



TUGAS AKHIR - TF141581

**PERANCANGAN *BARRIER* PADA AREA *EXHAUST FAN*
DAN DESAIN *ENCLOSURE* PADA RUANG *STAMPING*
DI PERUSAHAAN PENGOLAHAN EMAS**

DINU SAADILLAH
NRP 2412 100108

Dosen Pembimbing
Ir. Tutug Dhanardono, MT

JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



TUGAS AKHIR - TF141581

**PERANCANGAN *BARRIER* PADA AREA *EXHAUST FAN*
DAN DESAIN *ENCLOSURE* PADA RUANG *STAMPING*
DI PERUSAHAAN PENGOLAHAN EMAS**

DINU SAADILLAH
NRP 2412 100108

DosenPembimbing
Ir. Tutug Dhanardono,MT

JURUSAN TEKNIK FISIKA
FakultasTeknologiIndustri
InstitutTeknologiSepuluhNopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - TF141581

***DESIGNING BARRIER TO EXHAUST FAN AREA
AND ENCLOSURE ON STAMPING ROOM IN
THE GOLD PROCESSING COMPANY***

DINU SAADILLAH
NRP 2412 100108

Academic Supervisor
Ir. Tutug Dhanardono, MT

*ENGINEERING PHYSIC DEPARTMENT
Fakulty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016*

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN *BARRIER* PADA AREA *EXHAUST FAN* DAN DESAIN *ENCLOSURE* PADA RUANG *STAMPING* DI PERUSAHAAN PENGOLAHAN EMAS

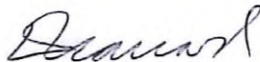
TUGAS AKHIR

Oleh:

Dinu Saadillah
NRP 2412 100 108

Surabaya, 11 Juli 2016
Mengetahui/Menyetujui,

Pembimbing



Ir. Tutug Dhanardono, M.T.
NIP. 195206131981031004

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS



Drs. Muhammad Hana, S.T., M.Si., Ph.D.
NIP. 197809022003121002

**PERANCANGAN *BARRIER* PADA AREA *EXHAUST FAN*
DAN DESAIN *ENCLOSURE* PADA RUANG *STAMPING* DI
PERUSAHAAN PENGOLAHAN EMAS**

TUGAS AKHIR

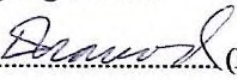
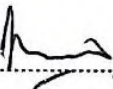

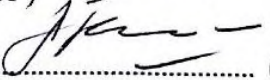
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Bidang Studi Rekayasa Akustik dan Fisika Bangunan
Program Studi S-I Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dinu Saadillah

NRP. 2412 100 108

Disetujui oleh Tim Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Tutug Dhanardono, M.T.  (Pembimbing)
(NIP. 195206131981031004)
2. Ir. Wiratno Argo Asmoro, M.Sc.  (Penguji I)
(NIP. 196002091987011001)
3. Ir. Heri Joestiono, M.T.  (Penguji II)
(NIP. 195311161980031001)
4. Ir. Sarwono, M.M.  (Penguji III)
(NIP. 195805301983031002)

SURABAYA

JULI, 2016

PERANCANGAN *BARRIER* PADA AREA *EXHAUST FAN* DAN DESAIN *ENCLOSURE* PADA RUANG *STAMPING* DI PERUSAHAAN PENGOLAHAN EMAS

Nama : Dinu Saadillah
NRP : 2412 100 108
Jurusan : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Tutug Dhanardono, MT

ABSTRAK

Bunyi yang tidak dikehendaki atau sering diartikan sebagai kebisingan berdampak pada berkurangnya kenyamanan di suatu lingkungan yang meliputi lingkungan kerja, tempat tinggal masyarakat, dan lain lain. Bising yang memiliki nilai tingkat tekanan bunyi di atas nilai ambang pendengaran akan mempengaruhi proses pendengaran dan proses komunikasi antar karyawan. Terlebih lagi jika posisi pabrik berada pada area permukiman warga maka kebisingan yang ditimbulkan akan mengganggu masyarakat sekitar. Dalam perancangan *barrier* dengan menggunakan metode *nomograph* didapatkan nilai pengurangan tingkat kebisingan hingga 11,5 dBA. Sedangkan pada ruang *stamping* memiliki tingkat kebisingan tertinggi sebesar 103,7 dBA. Setelah dilakukan isolasi *enclosure* didapatkan nilai pengurangan tingkat kebisingan sebesar 29,8 dBA sehingga karyawan yang bekerja di sekitar ruang *stamping* terpapar kebisingan sebesar 73,9 dBA.

Kata Kunci : Bising, *Barrier*, *Nomograph*, Ruang *Stamping*, *Enclosure*.

“Halaman ini memang dikosongkan”

**DESIGNING BARRIER TO EXHAUST FAN AREA AND
ENCLOSURE ON STAMPING ROOM IN THE GOLD
PROCESSING COMPANY**

Name : Dinu Saadillah
NRP : 2412 100 108
Department : Engineering Physics FTI-ITS
Supervisor : Ir. Tutug Dhanardono, MT

ABSTRACT

The unwanted sound or noise result in reduced comfort in an environment that includes the working environment, residential communities, and others. Noise has a sound pressure level value above the threshold of hearing will affect the hearing process and the process of communication between employees. Moreover, if the position of the factory located in residential areas, the noise generated will disturb the surrounding community. In designing the barrier by using nomograph, a score reduction of up to 11.5 dBA. While in the stamping area had the highest noise level of 103.7 dBA. After isolation enclosure, obtained value reduction to 29.8 dBA so that employees working around the stamping room exposure to noise by 73.9 dBA.

Keyword: Noise, Barrier, Nomograph, Stamping Room, Enclosure.

“Halaman ini memang dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tugas akhir tentang:

“PERANCANGAN *BARRIER* PADA AREA *EXHAUST FAN* DAN DESAIN *ENCLOSURE* PADA RUANG *STAMPING* DI PERUSAHAAN PENGOLAHAN EMAS”

dapat terselesaikan. Laporan ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk meraih gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Fisika.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis berusaha menerapkan ilmu yang didapat selama menjalani perkuliahan di Teknik Fisika. Kiranya penulis tidak akan mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini tanpa bantuan, saran, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Agus Muhamad Hatta, ST, MSi, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika ITS Surabaya.
2. Bapak Ir. Tutug Dhanardono, MT selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan ide, arahan, bimbingan dan motivasi selama pengerjaan Tugas Akhir ini serta tak lupa juga kesabarannya yang sangat besar.
3. Dosen bidang akustik selaku dosen penguji yang memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini.
4. Segenap bapak ibu dosen jurusan Teknik Fisika yang telah memberikan banyak ilmu.
5. Keluarga besar lab vibrastik terimakasih atas kerjasama dan bantuan yang telah diberikan sehingga tugas akhir ini bisa terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari berbagai pihak, yang dapat mengembangkan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Surabaya, April 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Judul	iii
Lembar Pengesahan.....	vii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	xi
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Gambar	xvii
Dafar Tabel.....	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Bunyi	5
2.2 Frekuensi	6
2.3 Intensitas Bunyi.....	6
2.4 Kebisingan.....	7
2.5 Jenis Kebisingan.....	7
2.6 Sumber-Sumber Kebisingan.....	9
2.7 Nilai Ambang Kebisingan	10
2.8 Efek Negatif Kebisingan	14
2.9 Hal-Hal yang Mempengaruhi Pendengaran	15
2.10 Pengendalian Kebisingan	16
2.11 <i>Transmission Loss</i> (TL) dan Hubungannya dengan <i>Noise Reduction</i>	20

2.12 Material Akustik.....	23
2.13 Sound Level Meter	26
2.14 Proses <i>Stamping</i>	27
2.15 Metode <i>Nomograph</i>	28

BAB III METODOLOGI

3.1 Alat dan Bahan	31
3.2 Prosedur	31
3.3 Diagram Alir.....	35
3.4 Denah.....	37

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data	41
4.1.1 Perancangan <i>Barrier</i> Pada Area <i>Exhaust Fan</i>	41
4.1.2 Desain <i>Enclosure</i> Pada Ruang <i>Stamping</i>	50
4.2 Pembahasan	65

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran	69

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Elemen Vertikal dan Horizontal Bangunan	
Menerima Perambatan Bunyi	17
Gambar 2.2 Penghalang Cenderung Lebih Mendekati Sumber	
Bunyi.....	18
Gambar 2.3 Penghalang Berada DitengahAntara Bangunan	
Dengan Pemukiman	19
Gambar 2.4 Penghalang Lebih Dekat Dengan Bangunan	
Pemukiman	19
Gambar 2.5 Metode <i>Reverberation Room</i>	21
Gambar 2.6 <i>Barrier Nomograph</i>	29
Gambar 3.1 Denah Ruang <i>stamping</i>	37
Gambar 3.2 Titik Ukur TTB Pada Ruang <i>Stamping</i>	38
Gambar 3.3 Denah Perusahaan	39
Gambar 3.4 Titik Ukur TTB Pada Area <i>Exhaust Fan</i>	40
Gambar 4.1 Grafik Nilai TTB Perancangan <i>Barrier</i>	58
Gambar 4.2 <i>Mapping</i> Tingkat Kebisingan	50
Gambar 4.3 Sebaran Kebisingan Jika Di <i>Enclosure</i>	61
Gambar 4.4 Grafik Nilai TTB Perancangan <i>Barrier</i>	66
Gambar 4.5 Grafik Nilai TTB Perancangan <i>Barrier</i>	
dan <i>Enclosure</i>	66

“Halaman ini memang dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Intensitas Kebisingan dan Sumber Kebisingannya	9
Tabel 2.2 Nilai Ambang Batas Kebisingan Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP -51/MEN/1999	11
Tabel 2.3 Batas Maksimum Kebisingan yang Dianjurkan dan Diperbolehkan Berdasarkan SK Menteri Kesehatan RI No. : 78/MEN.KES/PER/XI/1987.....	12
Tabel 2.4 Nilai Ambang Batas Kebisingan berdasarkan SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP- 48/MENLH/11/1996.....	13
Tabel 2.5 Kerapatan Material <i>Barrier</i>	24
Tabel 2.6 Spesifikasi Material <i>Transmission Loss</i> / Frekuensi (Hz)	25
Tabel 2.7 Bahan dasar pembuatan <i>enclosure</i>	26
Tabel 4.1 Penentuan <i>Angle Subtended</i>	46
Tabel 4.2 Nilai <i>Barrier Attenuuation</i>	49
Tabel 4.3 Penentuan Nilai Kerapatan Massa Pada Setiap Frekuensi	52
Tabel 4.4 Spesifikasi Perancangan <i>Enclosure</i>	63
Tabel 4.5 Frekuensi Nilai LP Setelah Jika <i>Dienclousure</i>	64

“Halaman Ini Memang Dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan proses operasional mesin-mesin di pabrik dapat mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan terutama pada mesin-mesin yang menghasilkan tingkat tekanan bunyi yang tinggi sehingga menimbulkan bising. Akibatnya, bising yang memiliki nilai tingkat tekanan bunyi di atas nilai ambang pendengaran akan mempengaruhi proses pendengaran dan proses komunikasi antar karyawan. Selain itu, bising yang terlalu berlebihan akan mengakibatkan terganggunya konsentrasi karyawan sehingga dapat menurunkan produktivitas kerja. Terlebih lagi jika posisi pabrik berada pada area permukiman warga maka kebisingan yang ditimbulkan akan mengganggu masyarakat sekitar.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 48/MenLH/Tahun 1996 mendefinisikan bising sebagai bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan kenyamanan lingkungan. Bagi kawasan industri, nilai ambang batas kebisingan diatur melalui Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999 tentang ambang batas kebisingan maksimum sebesar 85 dBA untuk 8 jam kerja perhari dan 40 jam seminggu. Sedangkan departemen lingkungan hidup mengatur nilai kebisingan yang diijinkan pada perumahan dan pemukiman berdasarkan SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP-48/MENLH/11/1996 sebesar 55 dBA.

Tanda-tanda proses ketulian akibat sering terpapar oleh sumber bising yang memiliki nilai tingkat tekanan bunyi di atas ambang pendengaran antara lain tidak mampu mendengar percakapan dalam lingkungan bising, telinga terasa mendengung setelah beberapa jam setelah berada pada lingkungan yang bising, mengakibatkan gangguan psikis yang dapat mengakibatkan gangguan tidur, stress, tegang, dan turunnya performa.

Dalam upaya mengendalikan kebisingan, terdapat tiga elemen yang harus diperhatikan yaitu pengendalian bising pada sumber bising, pengendalian bising pada lintasan atau jalur rambat kebisingan, dan pengendalian bising pada penerima kebisingan.

Oleh karena itu kebisingan menjadi salah satu pembahasan yang penting menyangkut kenyamanan kerja para karyawan dan kenyamanan masyarakat yang tinggal di area pabrik. Pada penelitian ini, akan dilakukan pengendalian tingkat kebisingan pada ruang *stamping* sebagai salahsatu upaya dalam meningkatkan kenyamanan kerja para karyawan sehingga tercipta suasana yang tenang dalam bekerja. Pengendalian tingkat kebisingan juga dilakukan pada area *exhaust fan* yang berdekatan dengan rumah warga agar nilai ambang batas kebisingannya sesuai dengan SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP-48/MENLH/11/1996 sehingga masyarakat tidak dirugikan dengan adanya pabrik tersebut.

1.2 Permasalahan

Sehubungan dengan latar belakang, permasalahan yang akan dikaji dalam proposal tugas akhir ini adalah:

- a. Bagaimana cara mengurangi tingkat kebisingan pada area *exhaust fan* yang berdekatan dengan rumah warga?
- b. Bagaimana cara mengurangi tingkat kebisingan pada ruang *stamping*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai acuan dalam penulisan tugas akhir sehingga dapat sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Pengendalian tingkat kebisingan dilakukan pada ruang *stamping* dan area *exhaust fan* yang berdekatan dengan rumah warga
- b. Pengambilan data dilakukan pada jam istirahat masyarakat yang tinggal di sekitar pabrik yaitu antara jam 19.00 WIB. sampai jam 23.00 WIB

1.4 Tujuan

Sehubungan dengan latar belakang di atas, tujuan dari tugas akhir ini adalah:

- a. Mengurangi tingkat kebisingan pada area *exhaust fan* yang berdekatan dengan rumah warga.
- b. Mengurangi tingkat kebisingan pada ruang *stamping*.

“Halaman Ini Memang Dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

4.1 Definisi Bunyi

Bunyi didefinisikan sebagai getaran yang terjadi pada partikel yang ada di udara dimana energi pada bunyi dapat meningkat dengan cepat dan dapat menempuh jarak yang jauh. Selain itu, bunyi secara fisis dapat diartikan sebagai suatu penyimpangan tekanan atau partikel yang bergeser dari posisi semula pada suatu medium. Namun secara fisiologis, bunyi merupakan penyimpangan fisis yang digambarkan seperti pergeseran partikel dalam medium elastik seperti udara yang menimbulkan sensasi pendengaran.^[1]

Bunyi yang merambat di udara terbagi menjadi 4 cara yaitu refleksi, refraksi, difraksi, dan difusi atau penyebaran bunyi. Refleksi merupakan bunyi yang dipantulkan pada bidang pantul dengan sudut datang yang sama dengan sudut pantul. Permukaan yang datar dan halus dapat memantulkan bunyi sedangkan jika permukaan cembung maka bunyi yang dipantulkan akan menyebar dan jika bunyi memantul pada permukaan yang cekung maka bunyi tersebut akan berkumpul.

Refraksi terjadi karena bunyi dibelokkan karena gelombang bunyi menembus media yang berbeda dengan kondisi yang berbeda juga. Hal tersebut dipengaruhi oleh lapisan udara, temperatur, kelembaban, angin, dan kecepatan udara yang berbeda-beda. Sedangkan difraksi terjadi karena gelombang bunyi yang dihamburkan oleh penghalang. Misalnya bunyi dari ruang satu yang terdengar sampai pada ruang-ruang di sekitarnya karena menembus penghalang.^[2]

4.2 Frekuensi

Frekuensi merupakan banyaknya putaran ulang per peristiwa dalam waktu tertentu dengan satuan Hertz (Hz). Rentang frekuensi yang dapat didengar oleh manusia berada pada 20 Hz sampai 20.000 Hz. Namun perbedaan tingkat respon telinga manusia dalam menangkap frekuensi tertentu mengakibatkan besarnya nilai frekuensi yang berbeda-beda pula. Hal ini terjadi akibat tingkat ketajaman telinga yang berbeda dimana telinga manusia yang sering terpapar oleh sumber bising yang memiliki tingkat tekanan bunyi yang tinggi akan lebih buruk dalam menerima frekuensi rendah jika dibandingkan dengan manusia yang tidak pernah terpapar oleh sumber bising.^[3]

4.3 Intensitas Bunyi

Intensitas bunyi didefinisikan sebagai jumlah energi bunyi tiap detiknya menembus tegak lurus bidang seluas satu satuan luas. Sedangkan tingkat intensitas suaranya dihitung dalam bentuk logaritmik dengan satuan *decibel*. Hubungan antara intensitas bunyi dengan tingkat tekanan bunyi atau *sound pressure level* adalah sebagai berikut:

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.1)$$

Keterangan :

L : Tingkat Tekanan Bunyi (*Sound Pressure Level*) (dB)

I : Intensitas Suara (watt/m²)

I₀ : Intensitas Referensi (watt/m²)

4.4 Kebisingan

Kebisingan didefinisikan sebagai suara yang tidak diinginkan dan dapat menurunkan pendengaran sehingga mengganggu kesehatan, kenyamanan, serta dapat menimbulkan ketulian. Selain itu, bising dapat diartikan sebagai suara yang tidak diinginkan yang berasal dari sumber suara dalam bentuk gelombang suara dengan tekanan yang berubah-ubah tergantung pada sumber suara tersebut hingga sampai pada telinga.^[4]

Kebisingan biasanya ditimbulkan di area perindustrian yang menghasilkan tingkat tekanan bunyi melebihi nilai ambang batas sehingga suara yang ditimbulkannya tidak hanya mengganggu operator atau pekerjaanya tetapi juga mengganggu penghuni sekitar yang berada pada sumber bising tersebut.

Jika bising yang ditimbulkan lebih dari 70 dB maka akan memberikan dampak buruk berupa kegelisahan, kejenuhan mendengar, sakit lambung, dan masalah peredaran darah. Selain itu jika bising yang ditimbulkan pada 75 dB maka akan menimbulkan berkurangnya kemampuan dalam mendengar dalam waktu yang sementara ataupun permanen.

4.5 Jenis Kebisingan

Kebisingan terbagi menjadi dua jenis yaitu kebisingan yang bersifat tetap dan kebisingan yang tidak tetap. Kebisingan tetap dihasilkan oleh nada-nada murni pada frekuensi yang beragam seperti suara mesin dan sebagainya. Kebisingan jenis ini disebut kebisingan dengan frekuensi terputus (*discrete frequency noise*). Sedangkan untuk kebisingan tidak tetap terbagi menjadi tiga jenis yaitu kebisingan yang selalu berubah dalam rentang waktu tertentu, kebisingan yang terputus-putus dengan tingkat kebisingan yang berubah-ubah, dan kebisingan

yang dihasilkan oleh suara-suara berintensitas tinggi sehingga memecakkan telinga dalam waktu yang relatif singkat.

Berdasarkan sifat dan spektrum frekuensi bunyi, jenis kebisingan dibagi menjadi lima yaitu bising kontinyu dengan spektrum frekuensi luas dimana jenis bising ini merupakan bising yang tetap dalam batas amplitudo sekitar 5 dB pada periode 0,5 sekon berturut-turut. Selanjutnya adalah bising kontinyu dengan spektrum frekuensi sempit yang menghasilkan frekuensi yang relatif tetap.

Selain itu terdapat pula bising terputus-putus yang sering disebut dengan kebisingan yang tidak terjadi secara terus-menerus dan terdapat periode yang relatif tenang seperti kebisingan yang terjadi pada suara lalu lintas.

Kemudian bising impulsif yang tekanan suaranya melebihi 40 dB dalam waktu yang sangat cepat atau singkat dan jenis kebisingan ini bisa mengejutkan penerimanya. Salah satu contoh jenis bising impulsif adalah suara tembakan meriam.

Bising yang kelima adalah bising impulsif berulang-ulang dimana bising ini terjadi secara berulang-ulang dengan perubahan tekanan suara yang melebihi 40 dB seperti kebisingan yang dihasilkan oleh mesin tempa.

Sedangkan kebisingan berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia, bising terbagi menjadi tiga yaitu bising yang mengganggu (*irritating noise*) namun tidak terlalu keras seperti mendengkur, bising yang menutupi (*masking noise*) atau bunyi yang menutupi pendengaran, dan bising yang merusak (*damaging / injurious noise*).^[5]

4.6 Sumber-Sumber Kebisingan

Peningkatan dalam penggunaan peralatan modern atau mesin-mesin di industri berdampak pada tenaga kerjanya. Bunyi yang ditimbulkan oleh mesin-mesin tersebut berdampak langsung pada para pekerjaanya seperti kenyamanan yang terganggu dalam bekerja. Terlebih lagi jika bunyi yang ditimbulkan melebihi ambang batas pendengaran manusia. Sumber-sumber kebisingan tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1Intensitas Kebisingan dan Sumber Kebisingannya^[6]

	Intensitas (desibel)	Sumber Kebisingan
Kerusakan alat pendengaran	120	<i>(Batas dengar tertinggi)</i>
Penyebab ketulian	110 100	Halilintar Merriam Mesin uap
Sangat hiruk	90 80	Jalan hiruk pikuk Perusahaan sangat gaduh Peluit polisi
Kuat	70 60	Kantor bising Jalan pada umumnya Radio Perusahaan

Tabel 2.1(Lanjutan)

	Intensitas (desibel)	Sumber Kebisingan
Sedang	50	Rumah gaduh Kantor pada umumnya
	40	Percakapan kuat Radio perlahan
Tenang	30	Rumah tenang Kantor perorangan
	20	Auditorium Percakapan
Sangat tenang	20	Suara daun Berbisik
	10	<i>(Batas dengar terendah)</i>

4.7 Nilai Ambang Kebisingan

Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: KEP-51/MEN/1999 menyatakan bahwa nilai ambang batas kebisingan di tempat kerja sebesar 85 dBA. Intensitas tersebut merupakan intensitas tertinggi yang masih dapat diterima para tenaga kerja tanpa menyebabkan kehilangan pendengaran dalam waktu kerja secara terus-menerus dengan jangka waktu 8 jam per hari dan 40 jam per minggu.

Tabel 2.2 Nilai Ambang Batas Kebisingan Berdasarkan
Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor:
KEP-51/MEN/1999

Waktu pemaparan per hari		Intensitas kebisingan (dBA)
8	Jam	85
4	Jam	88
2	Jam	91
1	Jam	94
30	Menit	97
15	Menit	100
7,5	Menit	103
3,75	Menit	106
1,88	Menit	109
0,94	Menit	112
28,12	Detik	115
14,06	Detik	118
7,03	Detik	121
3,52	Detik	124
1,76	Detik	127
0,88	Detik	130

Tabel 2.2(Lanjutan)

Waktu pemaparan per hari		Intensitas kebisingan (dBA)
0,44	Detik	133
0,22	Detik	136
0,11	Detik	139

Sumber : Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor:KEP-51/MEN/1999

Selain itu nilai ambang batas kebisingan juga diatur dalam SK Menteri Kesehatan RI No. : 78/MEN.KES/PER/XI/1987.

Tabel 2.3Batas Maksimum Kebisingan yang Dianjurkan dan Diperbolehkanberdasarkan SK Menteri Kesehatan RI No. : 78/MEN.KES/PER/XI/1987.

Zona	Jenis Daerah	Batas Maksimum (dBA)	
		Dianjurkan	Diperbolehkan
A	Rumah Sakit, Tempat Penelitian	35	45
B	Perumahan, Sekolah, tempat Rekreasi	45	55
C	Perkantoran, Pertokoan, Pasar	50	60
D	Industri, Pabrik, Stasiun Kereta Api, Terminal	60	70

Sumber : SK Menteri Kesehatan RI No. :78/MEN.KES/PER/XI/1987

Sedangkan departemen lingkungan hidup mengatur nilai kebisingan yang diijinkan berdasarkan SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP-48/MENLH/11/1996 sebagai berikut

Tabel 2.4 Nilai Ambang Batas Kebisingan berdasarkan SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP-48/MENLH/11/1996

Peruntukan Kawasan	Tingkat Kebisingan (dBA)
Perumahan dan Pemukiman	55
Perdagangan dan Jasa	70
Perkantoran dan Perdagangan	65
Ruang Terbuka Hijau	50
Industri	70
Pemerintahan dan fasilitas Umum	60
Rekreasi	70
Khusus:	
Bandara Udara	
Stasiun Kereta Api	
Pelabuhan Laut	70
Cagar Budaya	60
Lingkungan Kegiatan	
Rumah Sakit atau Sejenisnya	55
Sekolah atau Sejenisnya	55
Tempat Ibadah atau Sejenisnya	55

Sumber : SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP-48/MENLH/11/1996

4.8 Efek Negatif Kebisingan

Gangguan yang ditimbulkan oleh kebisingan meliputi gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi, gangguan keseimbangan. Gangguan secara fisiologis pada manusia dapat berupa peningkatan tekanan darah, peningkatan denyut nadi, pembuluh darah perifer yang mengalami kontraksi terutama pada bagian tangan dan kaki. Selain itu juga menyebabkan gangguan sensoris.

Gangguan secara psikologis meliputi tingkat konsentrasi yang menurun, merasa tidak nyaman, sulit tidur, dan seseorang akan mengalami stress jika terpapar kebisingan dalam waktu yang lama.

Efek negatif lainnya yang ditimbulkan akibat terpapar sumber bising dalam jangka waktu yang lama adalah gangguan secara komunikasi dimana seseorang akan kesulitan dalam menerima informasi yang disampaikan oleh oranglain.

Selain itu dampak secara auditori terjadi ketika telinga mulai berdenging dan pendengaran terasa tumpul. Berdenging atau *tinnitus* merupakan gangguan berupa *ringing in the ears*, penurunan sensitifitas pendengaran, dan iritasi telinga.^[7]

4.9 Hal – hal yang Mempengaruhi Pendengaran

Hal – hal yang mempengaruhi proses pendengaran adalah sebagai berikut:

- a. **Intensitas bising yang diterima**
- b. **Ketulian dari lahir dan penyakit infeksi telinga**
- c. **Spektrum frekuensi**

Frekuensi bunyi yang dapat ditangkap oleh manusia berada pada antara 20 Hz sampai 20.000 Hz. Frekuensi tinggi akan sangat mengganggu proses pendengaran.

d. Seberapa lama terpapar bising setiap harinya

Lama pajanan bising sebanding dengan efek bising yang dialami.

e. Masa kerja

Pada tahun 1996, WHO (*World Health Organization*) menyatakan bahwa risiko terjadinya gangguan pendengaran sebanding dengan lama masa kerja seseorang. Pekerja yang bekerja di tempat yang memiliki tingkat kebisingan sebesar 85 dBA, 1% pekerja berpotensi memperlihatkan gangguan pendengaran setelah bekerja selama lima tahun, selama sepuluh tahun 3% pekerja akan kehilangan pendengaran dan meningkat sebesar 5% pekerja yang kehilangan pendengaran setelah bekerja selama lima belas tahun.

f. Sensitifitas terhadap bising

Setiap individu memiliki sensitifitas terhadap bising yang berbeda-beda karena persepsi subjektif suara yang diterima juga berpengaruh. Seorang yang satu dengan yang lain akan memiliki perbedaan persepsi walaupun karakteristik suara, intensitas, dan frekuensi yang diterima oleh keduanya sama.

g. Usia kerja

Semakin tua seseorang maka akan mengalami penurunan kepekaan terhadap rangsangan suara karena terjadi proses degenerasi organ pendengaran yang dimulai dari usia 30 tahun sampai usia 40 tahun keatas dengan penurunan sebesar 0,5 dBA setiap tahunnya. Selain itu, penurunan kepekaan terhadap rangsang suara ditandai dengan perubahan rentang pendengaran dari 20 Hz sampai 20.000 Hz menjadi 50 Hz sampai 8.000 Hz.

h. Jarak dari sumber bising

Risiko penurunan fungsi pendengaran akan semakin besar jika jarak seseorang terhadap sumber bising semakin dekat. Hal ini terjadi karena paparan bising yang diterima akan semakin tinggi meskipun intensitas suara sumber bising tidak berubah.^[8]

4.10 Pengendalian Kebisingan

Terdapat beberapa hal yang dapat dilakukan dalam upaya mengendalikan tingkat kebisingan pada suatu area. Salah satunya adalah pengendalian kebisingan pada sumber bising. Hal tersebut dilakukan dengan cara melakukan modifikasi pada mesin atau memasang peredam pada mesin tersebut.

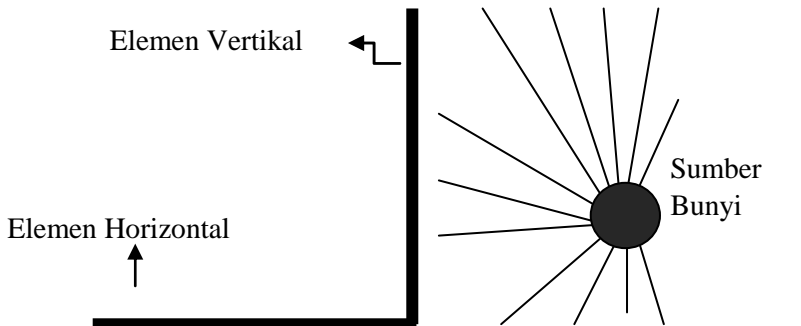
Selain itu pengendalian bising juga dapat dilakukan dengan cara mentransmisikan sumber bising melalui suatu material yang berfungsi sebagai insulasi dan absorpsi. Proses insulasi dilakukan untuk meletakkan penghalang bising antara sumber bising dengan area atau ruang yang akan direduksi nilai kebisingannya hingga sesuai dengan batas yang telah ditentukan. Sedangkan absorpsi dilakukan bertujuan untuk melindungi objek dari yang ditempatkan pada daerah yang sama dengan sumber bising.

Manusia sebagai penerima sumber bising dapat melakukan perlindungan pada telinganya agar tidak terpapar sumber bising yang berada di ambang batas dengan cara menggunakan *earphone* atau penyumbat telinga, dan alat perlindungan lainnya.^[9]

Selain itu pemasangan *barrier* atau sering disebut dengan tembok atau pagar yang fungsinya sebagai peredam juga dapat digunakan untuk mengendalikan tingkat kebisingan.

Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam merancang *barrier* yaitu faktor posisi, faktor peletakan, faktor bentuk, dan faktor material.

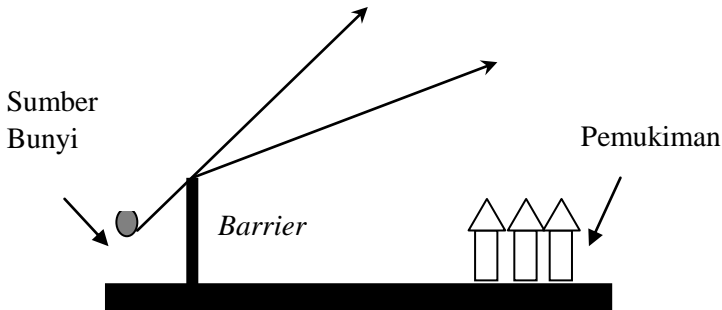
Posisi *barrier* sangat menentukan dalam meredam bising dimana bunyi yang diterima oleh bangunan umumnya merambat secara horizontal atau pada sudut kemiringan yang tajam. Untuk mengatasinya, penghalang bising dibuat secara vertikal. Selain itu, jika bunyi dengan frekuensi rendah yang disertai dengan getaran yang tinggi sehingga tidak mampu diredam oleh tanah karena amplitudo yang besar maka dibuat elemen bangunan secara vertikal dan juga elemen horizontal. Di bawah ini merupakan gambar elemen vertikal dan horizontal bangunan menerima perambatan bunyi.



Gambar 2.1 Elemen Vertikal dan Horizontal Bangunan Menerima Perambatan Bunyi

Faktor peletakan penghalang kebisingan juga menjadi hal yang penting dalam menahan laju gelombang bunyi. Terdapat beberapa kemungkinan dalam peletakan penghalang kebisingan yaitu penghalang cenderung lebih mendekati sumber bunyi dan cenderung lebih mendekati bangunan. Jika penghalang cenderung mendekati sumber bunyi maka

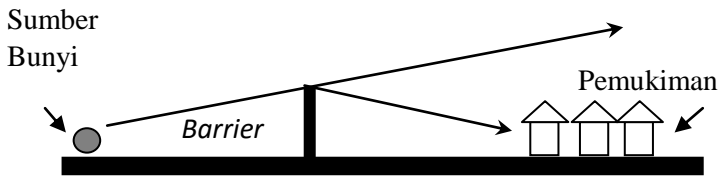
gelombang bunyi yang menyentuh pada bagian atas dinding akan dibelokkan sebagian ke atas dan sebagian ke bawah.



Gambar 2.2 Penghalang Cenderung Lebih Mendekati Sumber Bunyi

Berdasarkan gambar di atas, penghalang yang cenderung lebih mendekati sumber bunyi memiliki perambatan gelombang bunyi yang tidak langsung menuju pemukiman walaupun sebagian dari gelombang tersebut memungkinkan tetap merambat menuju dinding muka bangunan pemukiman.

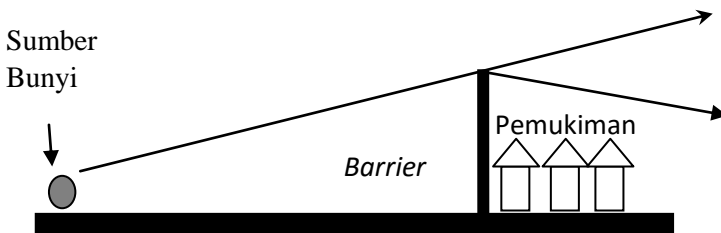
Penghalang yang cenderung lebih mendekati bangunan pemukiman berarti elemen vertikalnya berada pada jarak yang cukup dekat dengan dinding muka bangunan tersebut dikarenakan terbatasnya luas lahan dan hanya menyisakan lahan terbuka pada bagian depan yang jaraknya lebih pendek dari lebar setengah badan jalan.



Gambar 2.3 Penghalang Berada DitengahAntara Bangunan Dengan Pemukiman

Berdasarkan gambar tersebut, gelombang bunyi yang menyentuh pada bagian atas dinding sebagian akan dibelokkan ke atas dan sebagian yang lain menuju dinding muka bangunan pemukiman sehingga penghalang tersebut tidak terlalu menguntungkan jika dibandingkan dengan penghalang yang cenderung lebih mendekati sumber bunyi. Namun hal tersebut dapat dikurangi dengan mempertinggi *barrier* dengan tujuan agar pembelokan gelombangnya tidak langsung menuju ke dinding muka bangunan pemukiman.

Jika lahan yang digunakan untuk memasang penghalang terbatas maka peletakan dengan *barrier* yang tingginya melebihi bangunan akan lebih efektif. Selain itu peletakan *barrier* yang lebih dekat dengan bangunan pemukiman juga lebih efektif jika dibandingkan dengan *barrier* yang berada di tengah- tengah seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.4 Penghalang Lebih Dekat Dengan Bangunan Pemukiman

4.11 *Transmission Loss (TL) dan Hubungannya dengan Noise Reduction (NR)*

Transmission loss didefinisikan sebagai berkurangnya nilai desibel bunyi yang datang pada partisi akibat melewati suatu struktur atau dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan dalam mereduksi suara yang dinyatakan dalam satuan dB (*decibel*). Oleh karena itu, suatu bahan dapat dikatakan bagus dalam mereduksi suara jika nilai *transmission loss* (TL) nya tinggi. Nilai *transmission loss* dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$TL = 10 \log \left(\frac{W_a}{W_2} \right) \quad (2.2)$$

Dimana,

TL = Rugi Transmisi Bunyi (dB)

W_a = Daya Akustik yang Datang pada Permukaan Bahan (W)

W_2 = Daya Akustik yang Ditransmisikan

Sedangkan penjumlahan nilai tingkat tekanan bunyinya secara logaritmik dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

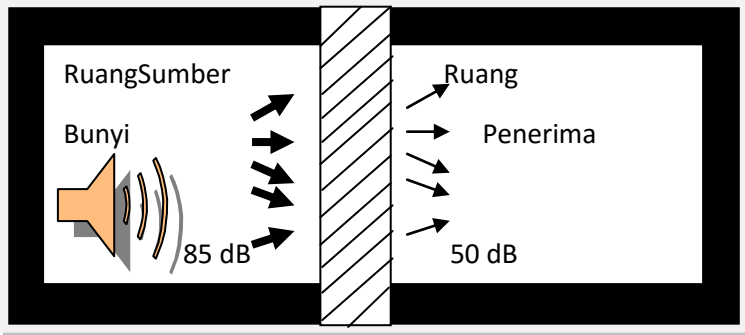
$$TL_{Overall} = 10 \log \left(\sum 10^{\frac{L_{pi}}{10}} \right) \quad (2.3)$$

Dimana,

L_{pi} = Nilai Rugi Transmisi yang ke-i (dB)

Selain itu, terdapat metode *reverberation room* dalam menentukan nilai *noise reduction* (NR)nya dengan cara melihat

perbedaan antara tingkat tekanan suara rata-rata pada ruang sumber bunyi dengan tingkat tekanan suara rata-rata pada ruang penerima. Berikut ini merupakan proses terjadinya *noise reduction* (NR) dengan metode *reverberation room*.



Gambar 2.5 Metode *Reverberation Room*

Dengan metode tersebut nilai *noise reduction* (NR) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan matematis sebagai berikut.

$$NR = L_1 - L_2 \quad (2.4)$$

Keterangan :

- NR = Reduksi Bising (dB)
- L_1 = Tingkat Tekanan Bunyi pada Ruang Sumber Bunyi (dB)
- L_2 = Tingkat Tekanan Bunyi pada Ruang Penerima (dB)

Selain itu, terdapat pula persamaan matematis yang berkaitan dengan hubungan *noise reduction* (NR) dengan *transmission loss* (TL) sebagai berikut:

$$NR = TL + 10 \log\left(\frac{1}{4} + \frac{S_w}{R}\right) \quad (2.5)$$

Keterangan :

TL = *Transmission Loss* (dB)
 NR = *Noise Reduction* (dB)
 S_w = Luas Area antara Dua Ruangan (m^2)
 R = Ruang konstan Penerima
 L_{po} = Tingkat Tekanan Bunyi pada Titik Awal dBA

Jika kondisi dasar R lebih besar atau luas maka S_w/R bernilai 0 sehingga rumus NR untuk dinding luar dan atap menjadi:

$$NR = TL + 6 \text{ dB} \quad (2.6)$$

Keterangan :

NR = *Noise Reduction* (dB)
 TL = *Transmission Loss* (dB)

Selanjutnya adalah menentukan bahan pembuatan *enclosure* dari hasil perhitungan *transmission loss* (TL) dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$TL = 20 \text{ Log } W + 20 \text{ Log } f - 47 \quad (2.7)$$

Keterangan :

f = Frekuensi (Hz)
 W = Massa Jenis ($kg/m^2/cm$)

Dengan menggunakan rumus tersebut akan diperoleh nilai kerapatan massa bahan dengan tujuan untuk mengetahui bahan

yang akan digunakan dalam pembuatan *enclosure* dengan mengacu pada nilai W yang paling tinggi.

Transmission loss (TL) juga dapat dinyatakan dalam *decibel*. Hubungan antara koefisien transmisi dengan *transmission loss* (TL) adalah sebagai berikut:

$$TL = 10 \log \frac{1}{\tau} \text{ dB} \quad (2.8)$$

Keterangan :

τ = Koefisien Transmisi

4.12 Material Akustik

Material akustik merupakan material yang berfungsi sebagai penyerap energi suara yang datang dari sumber suara dimana besarnya energi yang diserap tiap bahan berbeda-beda. Material akustik ini dibagi menjadi empat jenis yaitu material berpori, membran penyerap, rongga penyerap, serta manusia dan furnitur.

Material berpori dibuat dengan cara membuat rajutan yang saling mengait dan membentuk pori yang berpola sehingga terjadi perubahan energi dari energi suara menjadi energi vibrasi, kalor atau perubahan momentum.

Ketebalan material ataupun daya absorpsi material sangat berpengaruh dimana penyerapan relatif rendah pada frekuensi rendah dan meningkat sesuai dengan ketebalannya. Selain itu, untuk meningkatkan daya absorpsivitas pada frekuensi rendah dapat ditingkatkan dengan cara menambah ketebalan material tersebut.

Membran penyerap merupakan jenis material akustik dalam bentuk lembar bahan solid yang dipasang dengan lapisan udara dibagian belakangnya. Fungsi dari material jenis ini sama seperti material berpori yaitu sebagai peredam suara yang mengubah energi suara menjadi energi vibrasi dan kalor.

Sedangkan material akustik jenis rongga penyerap biasanya dalam bentuk elemen tunggal seperti blok beton. Selain itu, terdapat juga dalam bentuk panel yang berlubang-lubang dan kisi-kisi kayu dengan selimut absorpsi didalamnya.

Tabel 2.5Kerapatan Material *Barrier*

Material	<i>Surface Density</i>	
	Tebal (Lb/ft²/in tebal)	Tebal (Kg/m²/cm tebal)
Brick	10 - 12	19 - 23
Cinder Concrete	8	15
Dense Concrete	12	23
Wood	2 - 4	4 - 8
Common Glass	15	29
Lead Sheets	65	125
Gypsum	5	10

Tabel 2.6Spesifikasi Material *Transmission Loss* / Frekuensi(Hz)

Material	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Brick, 4 in	30	36	37	37	37	43	-
Cinder Block, 7,5 in	33	33	33	39	45	51	-
Concrete Block, 6 in	33	34	35	38	46	51	55
Concrete, 4 in thick	29	35	39	43	44	50	55
Lead, 1/32 in thick	22	24	29	33	40	43	49
Plywood, 3/4 in thick	24	22	27	28	25	27	35
Lead Vinyl 1 lb/ft ²	15	17	21	28	26	32	37
Steel 18 Gauge	15	19	31	32	35	48	53
Plexiglass, 1 in thick	25	28	32	32	24	46	46
Glass, 1/4 in thick	17	23	25	27	28	29	30

Tabel 2.7Bahan dasar pembuatan *enclosure*

N o	Material	Ketebalan Minimum (mm)	Densitas Permukaan (Kg/m²)	TL (dBA)	W
1	Polycarbona te	8 – 12	10 - 14	30 s/d 33	11,6 s/d 17,6
2	Acrylic	15	18	32	12
3	Concrete Block	200	151	34	7,55
4	Dense Concrete	100	244	40	24,4
5	Light Concrete	150	244	39	19,2
6	Brick	150	288	40	19,2
7	Steel, 18 ga	1,27	9,8	25	81,67
8	Steel, 20 ga	0,95	7,3	22	76,84
9	Steel 22 ga	0,79	6,1	20	77,21
10	Alumunium Sheet	3,18	8,8	25	29,33
11	Wood	25	18	21	7,2
12	Plywood	25	16,1	23	6,44

2.4 Sound Level Meter

Sound level meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kekerasan bunyi yang terdiri dari amplifier, mikrofon, *weighting network*, dan layar *display* dalam satuan dB. Sound level meter memiliki jenis yang hanya dapat mengukur tingkat kekerasan bunyi dalam satuan dB dan juga memiliki jenis yang mampu mengukur tingkat kekerasan bunyi sekaligus mampu menunjukkan frekuensi bunyi yang diukur.

Terdapat tiga tingkatan yang sering digunakan dalam pengukuran tingkat kebisingan yaitu A, B, dan C. Tingkat kebisingan A untuk kebisingan di bawah 55 dB dimana tingkat kebisingan tersebut digunakan untuk pengukuran yang berkaitan langsung dengan kebisingan pada manusia. Sedangkan tingkat kebisingan B untuk kebisingan pada rentang 55 dB sampai 85 dB dan tingkat kebisingan C digunakan untuk kebisingan di atas 85 dB.^[10]

Beberapa pedoman pengukuran menggunakan sound level meter agar memperoleh hasil yang maksimal yaitu sound level meter sebaiknya dipasang pada tripod untuk menghasilkan posisi pengukuran yang stabil. Selain itu untuk menghindari efek pemantulan, operator setidaknya berdiri pada jarak 0,5 m dari sound level meter dan ditempatkan pada posisi 1,2 dari atas permukaan lantai.

Jika melakukan pengukuran di dalam bangunan maka sound level meter diposisikan pada jarak 1 m dari dinding ruangan. Selain itu jika ingin melakukan pengukuran di dekat jendela maka jaraknya 1,5 m dari jendela tersebut.

2.5 Proses *Stamping*

Proses pencetakan metal dalam keadaan dingin dengan menggunakan dies dan mesin press yang umumnya plate dicetak dinamakan proses *stamping*. Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh produk sesuai dengan yang diinginkan. Proses *stamping* dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu proses *cutting*, proses *forming*, dan proses *compression*.

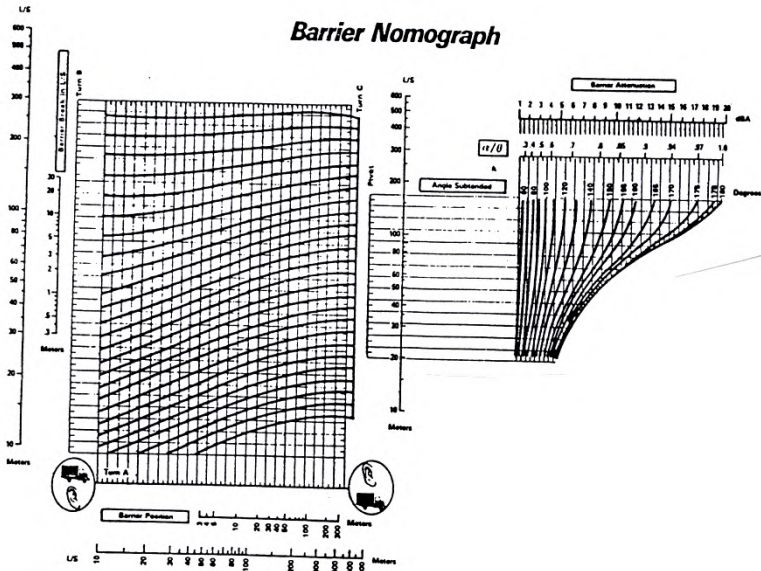
Proses *cutting* merupakan proses pemotongan material sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Proses ini meliputi proses *blanking* atau proses persiapan material dimana material akan dipotong sesuai kebutuhan, proses *cutting* atau proses pemotongan material yang masih dalam bentuk lembaran, proses *trimming* atau proses pemotongan material pada bagian tepinya, proses *separating* atau proses pemisahan suatu bagian menjadi beberapa bagian dari lembaran metal sesuai dengan yang dikehendaki.

Sedangkan proses *forming* merupakan proses pembentukan yang terdiri dari proses *bending* atau proses penekukan plat yang membentuk garis dengan bentuk sudut yang diinginkan, proses *flanging*, proses *drawing*, dan proses *deep drawing*.

Proses *compression* termasuk kedalam proses proses *forming* dengan tekanan yang kuat diberikan pada lembaran metal sehingga menghasilkan kompresi yang tinggi pada plat tersebut. Proses tersebut meliputi proses *heading* atau proses pembentukan kepala dari *part* dimana bagian ujung bagian tersebut diproses menggunakan *preesing dies* untuk membentuk kepala. Selain itu terdapat pula proses *sizing* yaitu proses dimana material plat dikenai tekanan yang tinggi sehingga akurasi dimensi benda kerjanya semakin besar. Proses selanjutnya adalah proses *marking* yang digunakan untuk membuat tanda, simbol, huruf atau bentuk lainnya.

2.6 Metode *Nomograph*

Metode *nomograph* merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui tinggi *barrier* yang digunakan untuk mengurangi tingkat kebisingan sesuai dengan keinginan. *Nomograph* menunjukkan gambaran secara akurat dalam penentuan pengurangan tingkat tekanan bunyi (TTB).^[11]



Gambar 2.6 *Barrier Nomograph*

Langkah-langkah penghitungan pengurangan kebisingan oleh *barrier* dengan menggunakan metode *nomograph* adalah sebagai berikut:

- Mengukur jarak antara sumber bising dengan penerima sebagai jarak L/S .
- Menarik garis proyeksi dari posisi atas *barrier* ke garis yang menghubungkan sumber bising dengan penerima kemudian mengukur panjang garis tersebut sebagai *barrier break*.
- Mengukur jarak antara titik proyeksi ke sumber bising dan ke titik penerima dengan memilih jarak terpendek sebagai *barrier position*.
- Menarik garis dari nilai L/S ke nilai *barrier break* memotong garis *turn B*.

- e. Menarik garis dari *nomograph* pada bagian bawah mulai dari nilai L/S ke nilai *barrier position* memotong garis *turn A*.
- f. Menarik garis dari titik potong *turn B* ke arah horizontal dan menarik garis dari titik potong *turn A* ke arah vertikal sehingga kedua garis tersebut berpotongan.
- g. Mengikuti alur garis kurva sampai memotong garis *turn C* dari titik potong tersebut.
- h. Dari titik potong tersebut, garis ditarik ke nilai L/S sehingga memotong garis *pivot*.
- i. Dari titik potong pada garis *pivot* tersebut, garis ditarik secara horizontal sehingga memotong *angle subtended*.
- j. Dari titik tersebut, garis ditarik secara vertikal sehingga memotong nilai *barrier attenuation*.^[12]

BAB III METODOLOGI

3.1 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam mengendalikan kebisingan adalah sebagai berikut.

- a. Laptop yang telah terinstall *software* Real Time Analyzer
- b. Sound level meter
- c. Kalibrator
- d. Lakban
- e. Roll meter
- f. Gunting
- g. Kabel penghubung laptop dengan sound level meter

3.2 Prosedur

Adapun langkah-langkah untuk mereduksi kebisingannya adalah sebagai berikut.

a. Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan tahap awal pengerjaan tugas akhir dimana tahapan ini meliputi permasalahan dasar yang akan diteliti dan tujuan dari penelitian tersebut. Permasalahan dasar yang akan diteliti adalah kebisingan yang dihasilkan oleh mesin-mesin stamping dan sumber-sumber bising yang ditimbulkan oleh *exhaust fan* yang berdekatan dengan perumahan masyarakat sekitar sehingga kebisingan yang ditimbulkan tidak hanya mengganggu para karyawan yang bekerja pada perusahaan tersebut tetapi juga mengganggu masyarakat sekitar. Terlebih lagi, perusahaan ini bekerja mulai dari pukul 08.00 – 24.00 WIB. sehingga mengganggu kenyamanan masyarakat sekitar di malam hari.

Solusi yang diberikan adalah desain *enclosure* pada ruang stamping dan perancangan *barrier* pada area *exhaust*

fan yang berdekatan dengan rumah warga sekitar sehingga kebisingan yang ditimbulkan oleh pabrik tersebut tidak mengganggu masyarakat yang tinggal di sekitarnya.

Desain *enclosure* dan perancangan *barrier* diharapkan dapat mengurangi tingkat kebisingan pada area *exhaust fan* yang berdekatan dengan rumah warga dan dapat mengurangi tingkat kebisingan pada ruang *stamping* sehingga memberikan rasa nyaman baik pada karyawan maupun masyarakat yang tinggal pada sekitar pabrik.

b. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Studi literatur dan pengumpulan dilakukan bertujuan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam menunjang penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengambilan data kebisingan dengan menggunakan alat sound level meter yang telah terkalibrasi dan terhubung dengan software real time analyzer untuk mendapatkan nilai tingkat kebisingan dalam bentuk dB(A).

Tingkat tekanan bunyi diambil pada setiap frekuensi 31,5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 HZ, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz, 16000 Hz.

Data yang dibutuhkan dalam perancangan *enclosure* adalah tingkat kebisingan setiap frekuensi pada area mesin stamping dan pada area *exhaust fan* yang berdekatan dengan rumah masyarakat sekitar. Dari data-data tersebut dapat diketahui lokasi yang memiliki tingkat kebisingan tertinggi.

Pengambilan data dilakukan pada ruang stamping sebanyak 430 titik dengan ukuran 1m x 1m. Selain itu, pengambilan data dilakukan pada area *exhaust fan* yang berdekatan dengan perumahan masyarakat sebanyak 104 titik dengan ukuran 4m x 2m pada jarak 2m, 4m, 6m, 8m dari *exhaust fan*.

Data kebisingan yang didapat akan dibuat *mapping* untuk mengetahui area yang memiliki tingkat tekanan bunyi yang paling besar.

c. **Desain *Enclosure* dan Perancangan *Barrier***

Setelah data tingkat kebisingan didapatkan, selanjutnya akan dilakukan perancangan *enclosure* dengan cara menghitung nilai *transmission loss* (TL) dan nilai *noise reduction* (NR) sehingga didapatkan nilai kerapatan massanya. Perhitungan nilai *transmission loss* (TL) menggunakan persamaan berikut.

$$TL = 10 \log \left(\frac{1}{4} + \frac{S_w}{R} \right) - NR \quad (3.1)$$

Jika kondisi dasar R yang lebih besar atau luas maka nilai S_w/R adalah 0 sehingga persamaan untuk dinding dan atapnya sebagai berikut.

$$NR = TL + 6 \quad (3.2)$$

Selanjutnya adalah menentukan bahan pembuatan *enclosure* dari hasil perhitungan *transmission loss* (TL) dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$TL = 20 \log W + 20 \log f - 47 \quad (3.3)$$

Dengan menggunakan rumus tersebut akan diperoleh nilai kerapatan massa bahan dengan tujuan untuk mengetahui bahan yang akan digunakan dalam pembuatan *enclosure* dengan mengacu pada nilai W yang paling tinggi.

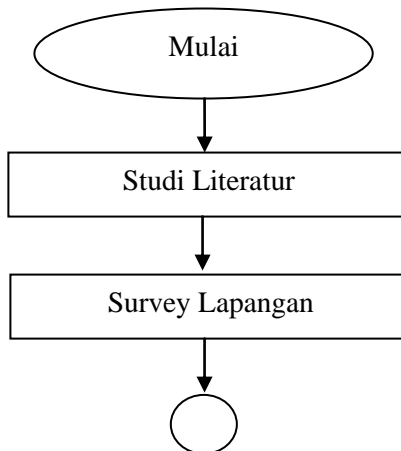
Setelah penentuan bahan *enclosure* telah sesuai maka akan dilakukan desain *enclosure* yang didapatkan dari perhitungan *transmission loss* (TL) dan *noise reduction* (NR). Untuk mengetahui apakah material yang digunakan dapat mengurangi tingkat kebisingan sesuai dengan yang diinginkan maka akan dilakukan perhitungan data kembali.

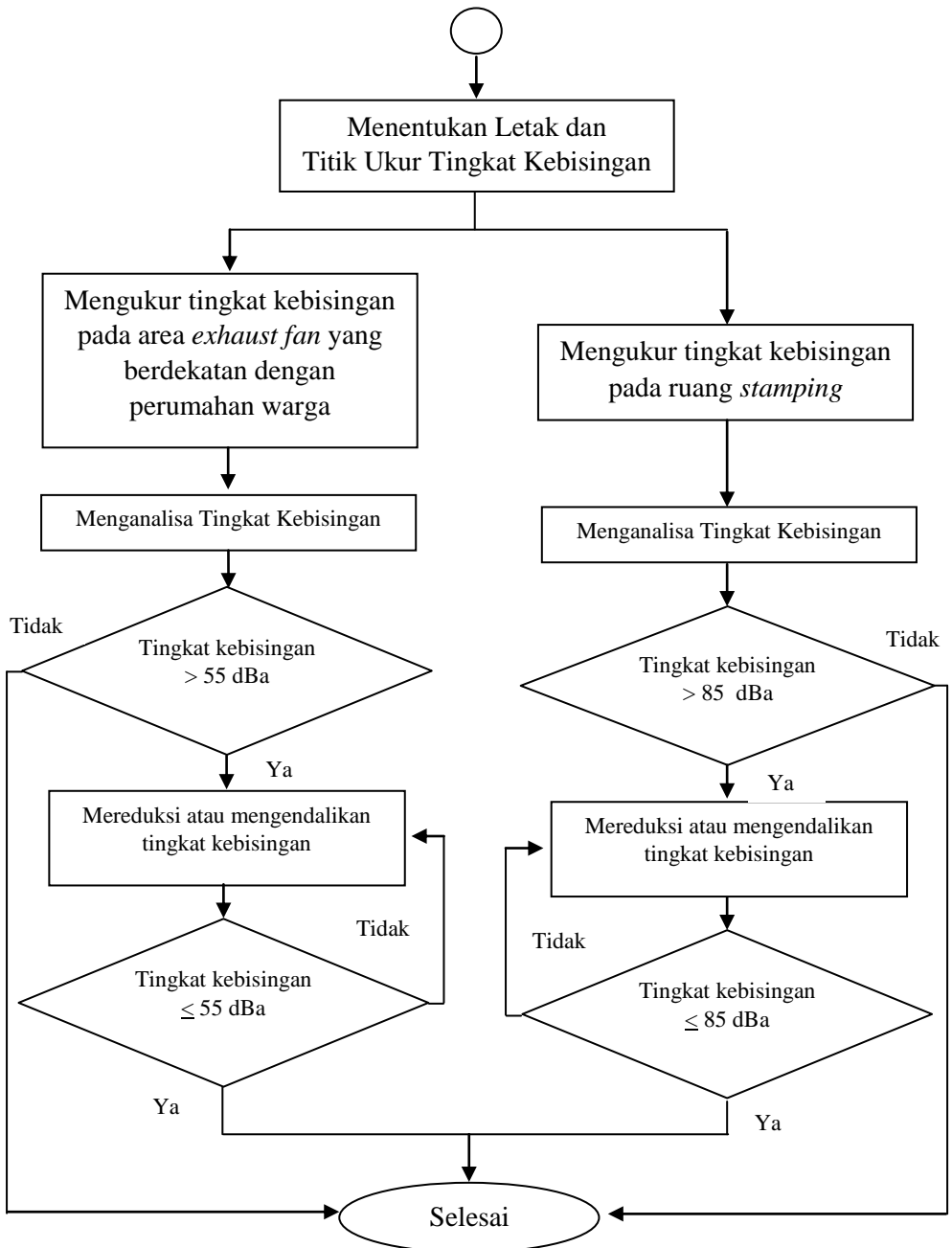
Selanjutnya adalah perancangan *barrier* pada area *exhaust fan*. Metode yang digunakan adalah metode *nomograph*. Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengukur jarak antara sumber bising dengan penerima sebagai jarak L/S .
2. Menarik garis proyeksi dari posisi atas *barrier* ke garis yang menghubungkan sumber bising dengan penerima kemudian mengukur panjang garis tersebut sebagai *barrier break*.
3. Mengukur jarak antara titik proyeksi ke sumber bising dan ke titik penerima dengan memilih jarak terpendek sebagai *barrier position*.
4. Menarik garis dari nilai L/S ke nilai *barrier break* memotong garis *turn B*.
5. Menarik garis dari *nomograph* pada bagian bawah mulai dari nilai L/S ke nilai *barrier position* memotong garis *turn A*.
6. Menarik garis dari titik potong *turn B* ke arah horizontal dan menarik garis dari titik potong *turn A* ke arah vertikal sehingga kedua garis tersebut berpotongan.

7. Mengikuti alur garis kurva sampai memotong garis *turn* C dari titik potong tersebut.
8. Dari titik potong tersebut, garis ditarik ke nilai L/S sehingga memotong garis *pivot*
9. Dari titik potong pada garis *pivot* tersebut, garis ditarik secara horizontal sehingga memotong *angle subtended*.
10. Dari titik tersebut, garis ditarik secara vertikal sehingga memotong nilai *barrier attenuation*.

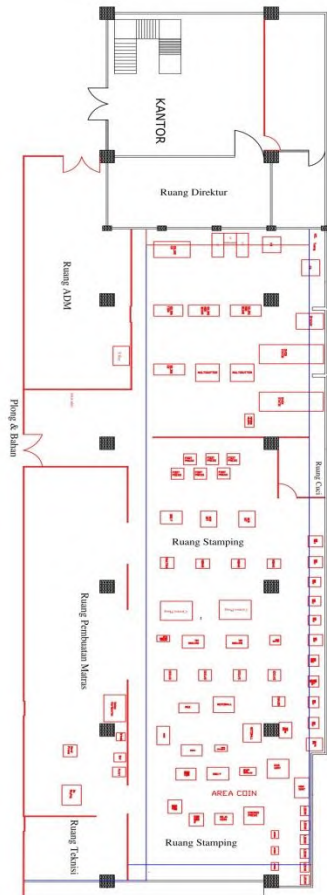
3.3 Diagram Alir



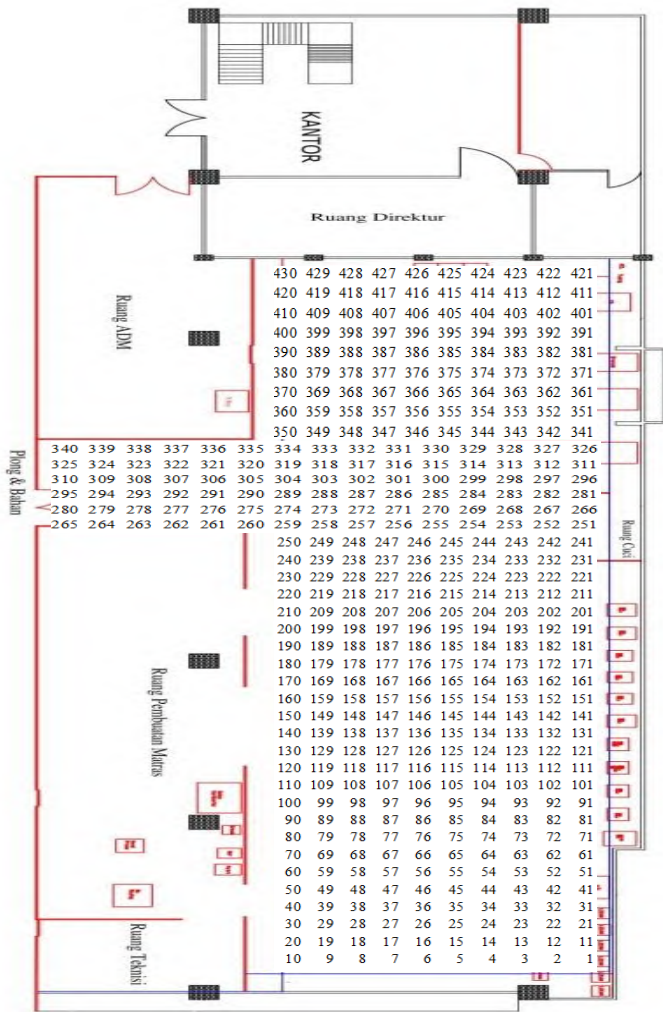


3.4 Denah

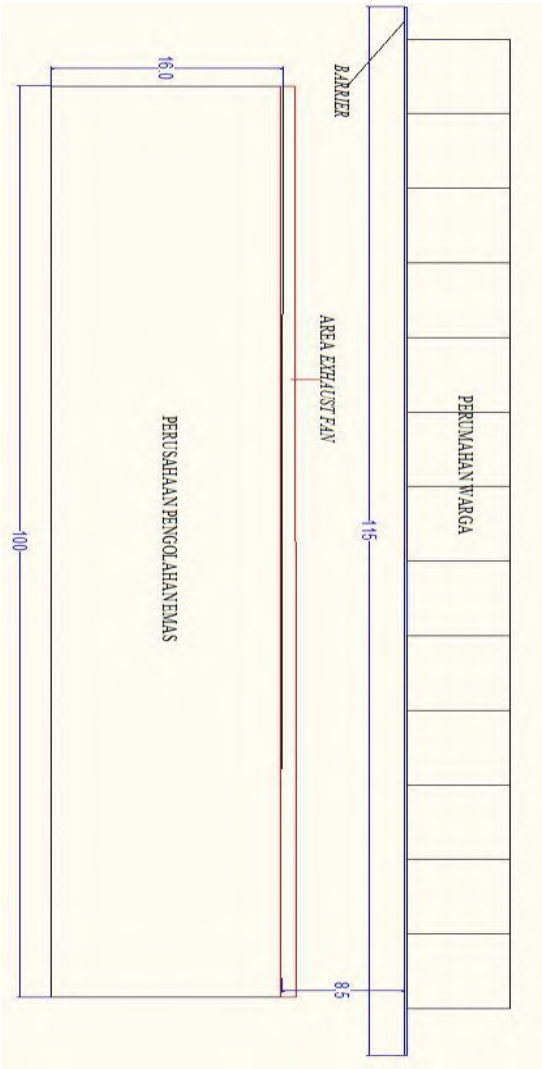
Berikut ini merupakan denah ruang *stamping* dan area *exhaust fan* beserta titik-titik nilai tingkat tekanan bunyinya.



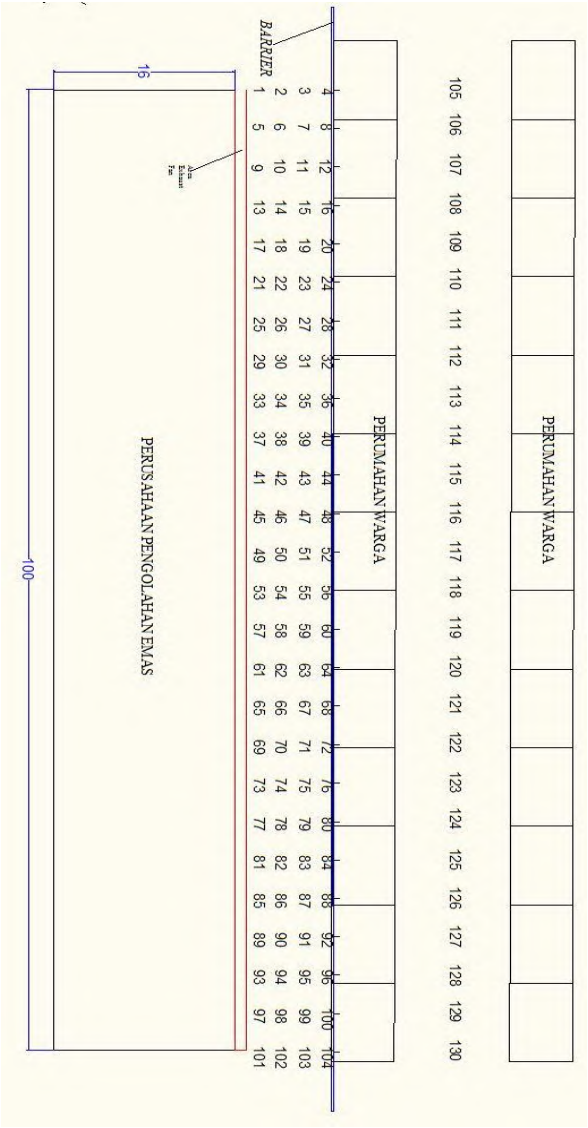
Gambar 3.1 Denah Ruang *stamping*



Gambar 3.2 Titik Ukur TTB Pada Ruang Stamping



Gambar 3.3 Denah Perusahaan



Gambar 3.4 Titik Ukur TTB Pada Area Exhaust Fan

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

Pengendalian bising dilakukan dengan dua metode yaitu perancangan *barrier* untuk mereduksi kebisingan pada area pemukiman dan desain *enclosure* pada ruang *stamping*. Standar kebisingan yang dijadikan acuan meliputi SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP-48/MENLH/11/1996 sebesar 55 dBA untuk area pemukiman dan Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: KEP-51/MEN/1999 sebesar 85 dBA pada ruang *stamping* dengan waktu pemaparan selama 8 jam.

Adapun langkah-langkah pengendalian kebisingannya adalah sebagai berikut.

4.1.1 Perancangan *Barrier* Pada Area *Exhaust Fan*

Sebelum melakukan perancangan *barrier*, terlebih dahulu melakukan pengukuran tingkat kebisingan siang malam sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : KEP-48/MENLH/11/1996.

Hal tersebut dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah kebisingan di lingkungan tersebut berada di atas 55 dBA atau sudah sesuai keputusan menteri lingkungan hidup. Data pada Lampiran-F dan Lampiran-G diambil selama sepuluh menit setiap lima detik pada tujuh kondisi yaitu L1 sampai L7 sehingga didapatkan nilai L_{eq} pada masing-masing kondisi.

Setelah didapatkan nilai L_{eq} , selanjutnya adalah melakukan perhitungan kebisingan siang dan malam dengan rumus sebagai berikut:

$$L_s = 10 \log \frac{1}{16} \{ T1x10^{0,1xL1} + T2x10^{0,1xL2} + T3x10^{0,1xL3} + T4x10^{0,1xL4} \} dB(A)$$

$$L_S = 10 \log \frac{1}{16} \{3x10^{0,1x70} + 3x10^{0,1x76,4} + 3x10^{0,1x79,6} + 3x10^{0,1x73,5}\} dB(A)$$

$$= 74,9 \text{ dBA}$$

$$L_M = 10 \log \frac{1}{8} \{T5x10^{0,1xL5} + T6x10^{0,1xL6} + T7x10^{0,1xL7}\} dB(A)$$

$$L_M = 10 \log \frac{1}{8} \{3x10^{0,1x69,9} + 3x10^{0,1x66,6} + 3x10^{0,1x51,5}\} dB(A)$$

$$L_M = 67,3 \text{ dBA}$$

L_S merupakan kebisingan sedangkan L_M merupakan kebisingan malam sehingga kebisingan siang dan malam (L_{SM}) dirumuskan sebagai berikut :

$$L_{SM} = 10 \log \frac{1}{24} \{16 x 10^{0,1xL_S} + 8 x 10^{0,1(L_M+5)}\} dB(A)$$

$$L_{SM} = 10 \log \frac{1}{24} \{16 x 10^{0,1x74,9} + 8 x 10^{0,1(67,3+5)}\} dB(A)$$

$$L_{SM} = 74,19 \text{ dBA}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai L_{SM} lebih dari 55 dBA sehingga perlu dilakukan pengendalian kebisingan agar sesuai dengan keputusan menteri lingkungan hidup. Pada hasil pengukuran yang dapat dilihat pada lampiran A menunjukkan bahwa tingkat kebisingan pada area *exhaust fan* yang berdekatan dengan rumah masyarakat diperoleh nilai tingkat tekanan bunyi tertinggi sebesar 82 dBA.

Setelah dilakukan pengukuran tingkat tekanan bunyi pada setiap frekuensi maka selanjutnya adalah menentukan nilai *Transmission Loss* (TL) dengan mengacu pada tingkat kebisingan pada daerah perumahan yang telah ditetapkan oleh pemerintah sebesar 55 dBA.

Dari perhitungan nilai *Transmission Loss* yang dapat dilihat pada lampiran B didapatkan nilai massa *barrier* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$TL = 20 \log W + 20 \log f - 47 \quad (4.1)$$

Keterangan :

f = Frekuensi (Hz)
W = Massa Jenis ($\text{kg/m}^2/\text{cm}$)

Sehingga dapat ditentukan material yang akan digunakan. Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan di atas, didapatkan nilai massa *barrier* tertinggi yaitu sebesar $160,72 \text{ kg/m}^2$ dan nilai tersebut akan dijadikan acuan dalam menentukan jenis material yang akan digunakan serta tebal dari *barrier* tersebut sehingga material *barrier* yang digunakan adalah *brick* yang memiliki kerapatan sebesar $19\text{-}23 \text{ kg/m}^2/\text{cm}$. Dari nilai kerapatan material *brick* tersebut akan didapatkan tebal material sebesar $6,98 \text{ cm} - 8,5 \text{ cm}$.

Setelah diketahui jenis dan tebal material yang digunakan untuk mereduksi kebisingan, maka selanjutnya adalah menentukan nilai *barrier attenuation* yang paling efektif dalam mengurangi tingkat kebisingan.

Hal pertama yang harus dilakukan yaitu menentukan sudut *barrier* (*angle subtended*), jarak antara perumahan warga dengan sumber bising area *exhaust fan*, tinggi *barrier* yang diinginkan, dan *barrier position*.

Untuk mengetahui seberapa efektif *barrier* dalam mereduksi kebisingan maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *nomograph* dengan kriteria sebagai berikut:

- | | |
|------------------------------|----------|
| A. <i>Barrier Break</i> | : 6 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 8,5 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |
| | |
| B. <i>Barrier Break</i> | : 6 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 4,5 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |
| | |
| C. <i>Barrier Break</i> | : 6 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 1,8 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |
| | |
| D. <i>Barrier Break</i> | : 12 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 8,5 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |
| | |
| E. <i>Barrier Break</i> | : 12 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 4,5 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |
| | |
| F. <i>Barrier Break</i> | : 12 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 1,8 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |
| | |
| G. <i>Barrier Break</i> | : 20 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 8,5 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |

H. <i>Barrier Break</i>	: 20 m
<i>Barrier Position</i>	: 4,5 m
Jarak Sumber ke Tengah Jalan	: 17,2 m
Panjang <i>Barrier</i>	: 115 m
I. <i>Barrier Break</i>	: 20 m
<i>Barrier Position</i>	: 1,8 m
Jarak Sumber ke Tengah Jalan	: 17,2 m
Panjang <i>Barrier</i>	: 115 m

Sedangkan untuk penentuan *angle subtended* dapat dilihat pada tabel di bawah ini dengan mengacu teori pada gambar 2.2, gambar 2.3, dan gambar 2.4 yaitu Penghalang yang cenderung lebih mendekati bangunan pemukiman yang berarti berarti elemen vertikalnya berada pada jarak yang cukup dekat dengan dinding muka bangunan tersebut.

Selain itu, *barrier* akan dilatakan berada di tengah-tengah antara sumber bising dengan pemukiman dimana gelombang bunyi yang menyentuh pada bagian atas dinding sebagian akan dibelokkan ke atas dan sebagian yang lain menuju dinding muka bangunan pemukiman. Sedangkan yang terakhir adalah penghalang lebih dekat dengan bangunan pemukiman dimana berdasarkan teori, peletakan *barrier* yang lebih dekat dengan bangunan pemukiman juga lebih efektif jika dibandingkan dengan *barrier* yang berada di tengah- tengah.

Hal tersebut dilakukan bertujuan untuk mengetahui perancangan *barrier* yang paling efektif dalam mereduksi kebisingan. Berikut ini merupakan nilai *angle subtended* pada masing-masing kondisi seperti yang telah dijelaskan di atas.

Tabel 4.1 Penentuan *Angle Subtended*

TITIK	Posisi <i>Barrier</i>	<i>Barrier Position</i> (m)	<i>Angle Subtended</i> ($^{\circ}$)
105	Mendekati Sumber Bising	1,8	111,5 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	118,8 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	130,2 ⁰
106	Mendekati Sumber Bising	1,8	121,3 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	129,2 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	140,7 ⁰
107	Mendekati Sumber Bising	1,8	128,2 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	136,7 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	147,4 ⁰
108	Mendekati Sumber Bising	1,8	134,5 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	142,1 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	151,9 ⁰
109	Mendekati Sumber Bising	1,8	138,8 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	146 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	155 ⁰
110	Mendekati Sumber Bising	1,8	142,1 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	148,9 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	157,4 ⁰
111	Mendekati Sumber Bising	1,8	144,6 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	151,1 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	159,1 ⁰
112	Mendekati Sumber Bising	1,8	146,5 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	152,8 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	160,3 ⁰
113	Mendekati Sumber Bising	1,8	148 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	154 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	161,2 ⁰

Tabel 4.1 (Lanjutan)

TITIK	Posisi <i>Barrier</i>	<i>Barrier Position</i> (m)	<i>Angle Subtended</i> ($^{\circ}$)
114	Mendekati Sumber Bising	1,8	149 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	154,9 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	161,9 ⁰
115	Mendekati Sumber Bising	1,8	149,7 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	155,5 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	162,4 ⁰
116	Mendekati Sumber Bising	1,8	150,2 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	155,9 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	162,7 ⁰
117	Mendekati Sumber Bising	1,8	150,4 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	156 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	162,8 ⁰
118	Mendekati Sumber Bising	1,8	150,3 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	156 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	162,7 ⁰
119	Mendekati Sumber Bising	1,8	150 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	155,7 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	162,5 ⁰
120	Mendekati Sumber Bising	1,8	149,4 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	155,1 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	162,1 ⁰
121	Mendekati Sumber Bising	1,8	148,5 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	154,1 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	161,5 ⁰
122	Mendekati Sumber Bising	1,8	147,2 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	153,2 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	160,7 ⁰

Tabel 4.1 (Lanjutan)

TITIK	Posisi <i>Barrier</i>	<i>Barrier Position</i> (m)	<i>Angle Subtended</i> ($^{\circ}$)
123	Mendekati Sumber Bising	1,8	145,5 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	151,8 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	159,6 ⁰
124	Mendekati Sumber Bising	1,8	143,2 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	149,8 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	158 ⁰
125	Mendekati Sumber Bising	1,8	140,1 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	147,2 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	156 ⁰
126	Mendekati Sumber Bising	1,8	136,4 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	143,7 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	153,2 ⁰
127	Mendekati Sumber Bising	1,8	131 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	138,9 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	149,3 ⁰
128	Mendekati Sumber Bising	1,8	125 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	132,4 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	143,5 ⁰
129	Mendekati Sumber Bising	1,8	116 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	123,1 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	134,6 ⁰
130	Mendekati Sumber Bising	1,8	104,2 ⁰
	Berada Di Tengah-Tengah	4,5	110,3 ⁰
	Mendekati Penerima	8,5	120,6 ⁰

Setelah nilai *angle subtended* diketahui, maka selanjutnya adalah menentukan nilai *barrier attenuation* dengan cara melakukan plotting pada grafik *nomograph*. Dari hasil pengeplotan tersebut akan didapatkan nilai *barrier attenuation* seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.2 Nilai *Barrier Attenuation*

TITIK	<i>Barrier Position</i> (m)	<i>Angle Subtended</i> (θ)	<i>Barrier Break</i> (m)	<i>Barrier Attenuation</i>
105	1,8	111,5 ⁰	6	3,9
			12	4
			20	4
	4,5	118,8 ⁰	6	4,7
			12	5
			20	5
	8,5	130,2 ⁰	6	5,9
			12	6,1
			20	6,1
106	1,8	121,3 ⁰	6	5,2
			12	5,6
			20	5,6
	4,5	129,2 ⁰	6	5,6
			12	5,9
			20	6
	8,5	140,7 ⁰⁰	6	7,1
			12	7,3
			20	7,6

Tabel 4.2 (Lanjutan)

TITIK	Barrier Position (m)	Angle Subtended (θ)	Barrier Break (m)	Barrier Attenuation
107	1,8	128,2 ⁰	6	5,7
			12	5,9
			20	6
	4,5	136,7 ⁰	6	6,4
			12	6,9
			20	7
	8,5	136,7 ⁰	6	7,6
			12	8
			20	8,2
108	1,8	134,5 ⁰	6	6,7
			12	6,7
			20	6,9
	4,5	142,1 ⁰	6	7,4
			12	7,7
			20	7,9
	8,5	151,9 ⁰	6	8,4
			12	8,7
			20	9,1
109	1,8	138,8 ⁰	6	6,7
			12	7
			20	7,1
	4,5	146 ⁰	6	7,6
			12	8,1
			20	8,3
	8,5	155 ⁰	6	8,9
			12	9,5
			20	9,9

Tabel 4.2 (Lanjutan)

TITIK	<i>Barrier Position (m)</i>	<i>Angle Subtended (θ)</i>	<i>Barrier Break (m)</i>	<i>Barrier Attenuation</i>
110	1,8	142,1 ⁰	6	7,4
			12	7,8
			20	7,9
	4,5	148,9 ⁰	6	7,8
			12	8,2
			20	8,8
	8,5	157,4 ⁰	6	9,1
			12	9,9
			20	10,3
111	1,8	144,6 ⁰	6	7,5
			12	8
			20	8,3
	4,5	151,1 ⁰	6	8,2
			12	9
			20	9,2
	8,5	159,1 ⁰	6	9,6
			12	10,2
			20	10,8
112	1,8	146,5 ⁰	6	7,7
			12	8,2
			20	8,3
	4,5	152,8 ⁰	6	8,4
			12	9,1
			20	9,3
	8,5	160,3 ⁰	6	9,7
			12	10,5
			20	10,9

Tabel 4.2 (Lanjutan)

TITIK	Barrier Position (m)	Angle Subtended (θ)	Barrier Break (m)	Barrier Attenuation
113	1,8	148 ⁰	6	7,8
			12	8,2
			20	8,6
	4,5	154 ⁰	6	8,6
			12	9,3
			20	9,8
	8,5	161,2 ⁰	6	9,8
			12	10,6
			20	11,1
114	1,8	149 ⁰	6	7,9
			12	8,4
			20	8,8
	4,5	154,9 ⁰	6	8,8
			12	9,7
			20	10
	8,5	161,9 ⁰	6	9,9
			12	10,6
			20	11,4
115	1,8	149,7 ⁰	6	7,9
			12	8,7
			20	8,9
	4,5	155,5 ⁰	6	9
			12	9,8
			20	10,1
	8,5	162,4 ⁰	6	10
			12	10,6
			20	11,5

Tabel 4.2 (Lanjutan)

TITIK	<i>Barrier Position (m)</i>	<i>Angle Subtended (θ)</i>	<i>Barrier Break (m)</i>	<i>Barrier Attenuation</i>
116	1,8	150,2 ⁰	6	8,3
			12	9
			20	9,2
	4,5	155,9 ⁰	6	9
			12	9,8
			20	10,2
	8,5	162,7 ⁰	6	10
			12	10,9
			20	11,5
117	1,8	150,4 ⁰	6	8,3
			12	9
			20	9,2
	4,5	156 ⁰	6	9
			12	9,8
			20	10,2
	8,5	162,8 ⁰	6	10
			12	10,9
			20	11,5
118	1,8	150,3 ⁰	6	8,3
			12	9
			20	9,2
	4,5	156 ⁰	6	9
			12	9,8
			20	10,2
	8,5	162,7 ⁰	6	10
			12	10,9
			20	11,5

Tabel 4.2 (Lanjutan)

TITIK	Barrier Position (m)	Angle Subtended (θ)	Barrier Break (m)	Barrier Attenuation
119	1,8	150 ⁰	6	8,1
			12	8,7
			20	9
	4,5	155,7 ⁰	6	9
			12	9,9
			20	10,1
	8,5	162,5 ⁰	6	10
			12	10,7
			20	11,3
120	1,8	149,4 ⁰	6	8
			12	8,7
			20	8,7
	4,5	155,1 ⁰	6	9,9
			12	9,7
			20	10,1
	8,5	162,1 ⁰	6	9,9
			12	10,6
			20	11,3
121	1,8	148,5 ⁰	6	7,8
			12	8,2
			20	8,6
	4,5	154,1 ⁰	6	8,6
			12	9,4
			20	10,1
	8,5	161,5 ⁰	6	9,8
			12	10,4
			20	11,2

Tabel 4.2 (Lanjutan)

TITIK	<i>Barrier Position (m)</i>	<i>Angle Subtended (θ)</i>	<i>Barrier Break (m)</i>	<i>Barrier Attenuation</i>
122	1,8	147,2 ⁰	6	7,9
			12	8,1
			20	8,3
	4,5	153,2 ⁰	6	8,4
			12	9,1
			20	9,5
	8,5	160,7 ⁰	6	9,7
			12	10,3
			20	11
123	1,8	145,5 ⁰	6	7,6
			12	8
			20	8,2
	4,5	151,8 ⁰	6	8,2
			12	9
			20	9,2
	8,5	159,6 ⁰	6	9,6
			12	10,3
			20	10,8
124	1,8	143,2 ⁰	6	7,3
			12	7,8
			20	8
	4,5	149,8 ⁰	6	7,9
			12	8,5
			20	8,8
	8,5	158 ⁰	6	9,3
			12	9,9
			20	10,3

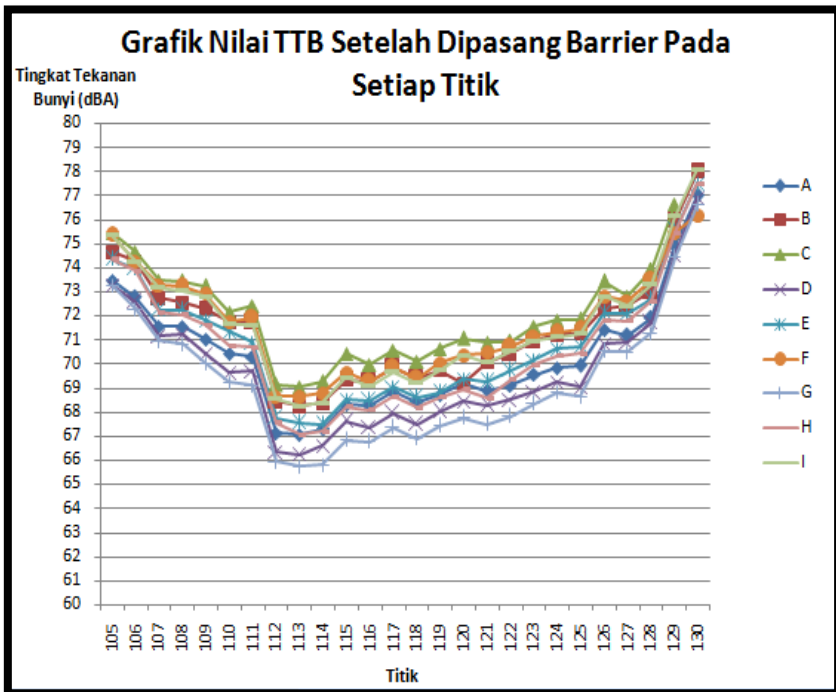
Tabel 4.2 (Lanjutan)

TITIK	Barrier Position (m)	Angle Subtended (θ)	Barrier Break (m)	Barrier Attenuation
125	1,8	140,1 ⁰	6	7,1
			12	7,5
			20	7,7
	4,5	147,2 ⁰	6	7,7
			12	8,2
			20	8,5
	8,5	156 ⁰	6	9
			12	9,9
			20	10,3
126	1,8	136,4 ⁰	6	6,4
			12	7
			20	7
	4,5	143,7 ⁰	6	7,5
			12	7,7
			20	8
	8,5	153,2 ⁰	6	8,4
			12	9
			20	9,3
127	1,8	131 ⁰	6	6,2
			12	6,4
			20	6,6
	4,5	138,9 ⁰	6	6,6
			12	6,9
			20	7,2
	8,5	149,3 ⁰	6	7,8
			12	8,1
			20	8,5

Tabel 4.2 (Lanjutan)

TITIK	<i>Barrier Position (m)</i>	<i>Angle Subtended (θ)</i>	<i>Barrier Break (m)</i>	<i>Barrier Attenuation</i>
128	1,8	125 ⁰	6	5,4
			12	5,8
			20	6
	4,5	132,4 ⁰	6	6,3
			12	6,6
			20	6,7
	8,5	143,5 ⁰	6	7,4
			12	7,6
			20	8
129	1,8	116 ⁰	6	4,5
			12	5,7
			20	5
	4,5	123,1 ⁰	6	5,2
			12	5,6
			20	5,7
	8,5	134,6 ⁰	6	6,2
			12	6,6
			20	6,7
130	1,8	104,2 ⁰	6	3,9
			12	4,9
			20	4
	4,5	110,3 ⁰	6	4,1
			12	4,6
			20	4,6
	8,5	120,6 ⁰	6	5,1
			12	5,2
			20	5,5

Berdasarkan hasil plot pada penentuan nilai atenuasi *barrier* menggunakan metode *nomograph* menunjukkan bahwa penentuan *barrier* dengan kriteria *barrier break* sebesar 20 m *barrier position* 8,5 m, jarak sumber ke tengah jalan (penerima) 17,2 m, dan panjang *barrier* senilai 115 m menghasilkan pengurangan nilai kebisingan yang paling efektif jika dibandingkan dengan kriteria yang lainnya. Hal tersebut dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 4.1 Grafik Nilai TTB Perancangan *Barrier*

Keterangan :

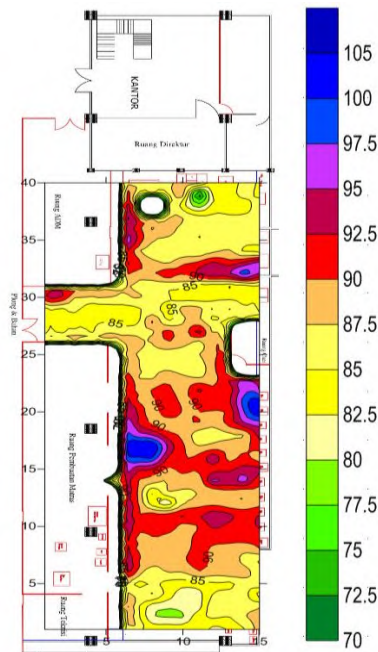
- | | |
|------------------------------|----------|
| A. <i>Barrier Break</i> | : 6 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 8,5 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |

B.	<i>Barrier Break</i>	: 6 m
	<i>Barrier Position</i>	: 4,5 m
	Jarak Sumber ke Tengah Jalan	: 17,2 m
	Panjang <i>Barrier</i>	: 115 m
C.	<i>Barrier Break</i>	: 6 m
	<i>Barrier Position</i>	: 1,8 m
	Jarak Sumber ke Tengah Jalan	: 17,2 m
	Panjang <i>Barrier</i>	: 115 m
D.	<i>Barrier Break</i>	: 12 m
	<i>Barrier Position</i>	: 8,5 m
	Jarak Sumber ke Tengah Jalan	: 17,2 m
	Panjang <i>Barrier</i>	: 115 m
E.	<i>Barrier Break</i>	: 12 m
	<i>Barrier Position</i>	: 4,5 m
	Jarak Sumber ke Tengah Jalan	: 17,2 m
	Panjang <i>Barrier</i>	: 115 m
F.	<i>Barrier Break</i>	: 12 m
	<i>Barrier Position</i>	: 1,8 m
	Jarak Sumber ke Tengah Jalan	: 17,2 m
	Panjang <i>Barrier</i>	: 115 m
G.	<i>Barrier Break</i>	: 20 m
	<i>Barrier Position</i>	: 8,5 m
	Jarak Sumber ke Tengah Jalan	: 17,2 m
	Panjang <i>Barrier</i>	: 115 m
H.	<i>Barrier Break</i>	: 20 m
	<i>Barrier Position</i>	: 4,5 m
	Jarak Sumber ke Tengah Jalan	: 17,2 m
	Panjang <i>Barrier</i>	: 115 m
I.	<i>Barrier Break</i>	: 20 m
	<i>Barrier Position</i>	: 1,8 m
	Jarak Sumber ke Tengah Jalan	: 17,2 m
	Panjang <i>Barrier</i>	: 115 m

Dari grafik nilai tingkat tekanan bunyi setelah dirancang *barrier* menunjukkan bahwa atenuasi *barrier* yang dihasilkan belum memenuhi peraturan Menteri Lingkungan Hidup yang tercantum dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : KEP-48/MENLH/11/1996 bahwa kebisingan yang diijinkan masuk ke pemukiman sebesar 55 dBA sehingga perlu dilakukan *enclosure* pada sumber bising utama yaitu bising yang ditimbulkan oleh mesin *stamping*. Adapun desain *enclosure* pada ruang *stamping* adalah sebagai berikut.

4.1.2 Desain *Enclosure* Pada Ruang *Stamping*

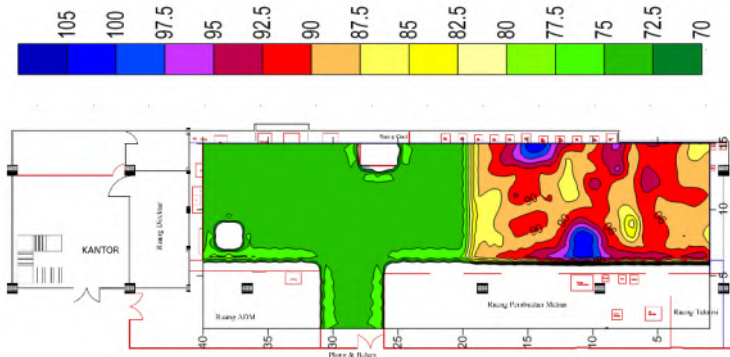
Dari hasil pengukuran pada ruang *stamping* yang dapat dilihat pada lampiran D, didapatkan nilai kebisingan tertinggi untuk *over all* sebesar 103,7 dBA. Hasil sebaran tingkat kebisingan tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.2 Mapping Tingkat Kebisingan

Jika karyawan yang bekerja pada ruang *stamping* tersebut terpapar secara terus-menerus maka dapat menyebabkan gangguan pendengaran. Selain itu, para karyawan bekerja pada ruang tersebut selama 8 jam sehingga tingkat kebisingan tersebut melebihi nilai ambang batas yang telah ditentukan pada Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999.

Dalam mereduksi kebisingan pada ruang tersebut, hal yang harus dilakukan adalah mengetahui mesin *stamping* mana saja yang memaparkan kebisingan di atas 85 dBA. Setelah diketahui, selanjutnya adalah memindahkan dan mengelompokkan mesin *stamping* yang memaparkan kebisingan di atas 85 dBA yang mana akan dirancang ruang peredam kebisingan agar nilai tingkat tekanan bunyinya berada dibawah atau sama dengan 85 dBA. Berikut ini adalah sebaran kebisingan jika mesin *stamping* yang memaparkan kebisingan di *enclosure*.



Gambar 4.3 Sebaran Kebisingan Jika Dienclosure

Dalam menentukan bahan pereduksi, terlebih dahulu menghitung nilai *noise reduction* dan nilai *transmission loss* dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$TL = 10 \log\left(\frac{1}{4} + \frac{S_w}{R}\right) - NR \quad (4.2)$$

Namun pada ruang *stamping* tersebut ruang konstan penerimanya sangat luas sehingga nilai Sw/R bernilai 0. Rumus TL menjadi sebagai berikut.

$$TL = NR - 6 \quad (4.3)$$

Setelah didapatkan nilai *transmission loss*, maka bahan pereduksi kebisingan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$TL = 20 \log W + 20 \log f - 47 \quad (4.4)$$

Dari rumus tersebut, maka nilai W atau kerapatan massa akan dapat ditentukan sehingga dengan mengacu nilai kerapatan massa tertinggi tersebut bahan digunakan untuk mengetahui bahan yang akan digunakan dalam pembuatan *enclosure*. Berikut ini adalah tabel perhitungan untuk menentukan nilai W atau kerapatan massa paling tinggi.

Tabel 4.3 Penentuan Nilai Kerapatan Massa Pada Setiap Frekuensi

F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
LP₁	103,7	103,7	103,7	103,7	103,7	103,7
LP₂	77	75	70	68	63	71
NR	26,7	28,7	33,7	35,7	40,7	32,7
TL	20,7	22,7	27,7	29,7	34,7	26,7
W	19,4	12,2	10,8	6,83	6,08	1,21

Dari tabel di atas didapatkan nilai W tertinggi pada frekuensi 125 Hz sebesar 19,4. Dengan mengacu pada tabel 2.7, bahan yang digunakan untuk isolasi *enclosure* adalah *brick* dengan ketebalan minimal sebesar 150 mm, densitas permukaan sebesar 288 Kg/m^2 .

Adapun bahan lain yang dapat digunakan untuk *enclosure* ruang *stamping* adalah *wood* sebagai bahan pintu dengan ketebalan minimal sebesar 25 mm, densitas permukaan sebesar $16,1 \text{ Kg/m}^2$ dan *Acrylic* sebagai jendela dengan ketebalan minimal 15 mm, densitas permukaan sebesar 18 Kg/m^2 . Untuk atap menggunakan bahan semen dengan ketebalan 150 mm dan lantai menggunakan bahan semen 5 cm. Berikut ini merupakan spesifikasi yang akan digunakan dalam merancang *enclosure*.

Tabel 4.4 Spesifikasi Perancangan *Enclosure*

Jenis	Bahan	Luas	Jumlah	Luas Total
Pintu	Kayu	2m^2	2	4m^2
Jendela	<i>Acrylic</i>	4m^2	1	4m^2
Dinding	Batu Bata	$212,8\text{m}^2$	1	$212,8\text{m}^2$

Untuk mengetahui seberapa efektif *enclosure* yang telah dibuat dengan bahan-bahan di atas, maka dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai LP penerima setelah di *enclosure* dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$NR = TL + 10 \log\left(\frac{1}{4} + \frac{S_w}{R}\right) \quad (4.5)$$

Keterangan :

TL = *Transmission Loss* (dB)

NR = *Noise Reduction* (dB)

S_w = Luas Area antara Dua Ruangan (m^2)

R = Ruang konstan Penerima

Dalam mendapatkan nilai konstanta ruangan, terlebih dahulu menghitung nilai absorpsi bahan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n s_i a_i}{\sum_{i=1}^n s_i} \quad (4.6)$$

Setelah nilai absorpsi bahan didapatkan, maka Nilai R diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$R = \frac{s \times \bar{a}}{1 - \bar{a}} \quad (4.7)$$

Dengan menggunakan persamaan di atas, maka nilai LP setelah dienclosure pada setiap frekuensi dapat diketahui. Berikut ini merupakan tabel nilai LP setelah mesin *stamping* yang memiliki TTB di atas 85 dBA dienclosure.

Tabel 4.5 Nilai LP Setelah Dienclosure Pada Setiap Frekuensi

F (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
LP₁	103,7	103,7	103,7	103,7	103,7	103,7
Sw	212,8	212,8	212,8	212,8	212,8	212,8
\bar{a}	0,054	0,051	0,038	0,048	0,05	0,052
R	12,68	12,01	8,74	11,16	12,37	12,19
LP₂	70,6	68,4	62	61,1	56,5	64,5

Dari tabel di atas, nilai LP_2 total dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut.

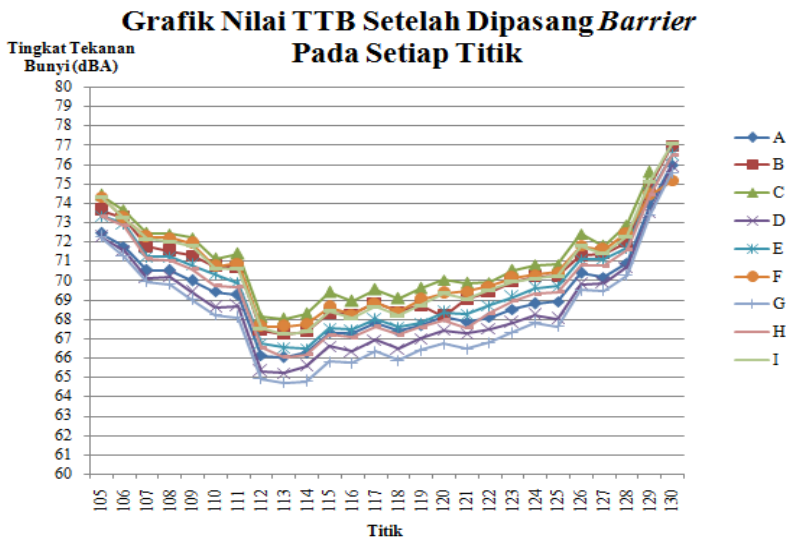
$$\begin{aligned}
 LP_t &= 10 \cdot \log(10^{0,1 \times 70,6} + 10^{0,1 \times 68,4} + 10^{0,1 \times 62} + 10^{0,1 \times 61,1} + \\
 &\quad 10^{0,1 \times 56,5} + 10^{0,1 \times 64,5}) \\
 &= 73,9 \text{ dBA}
 \end{aligned}$$

4.2 Pembahasan

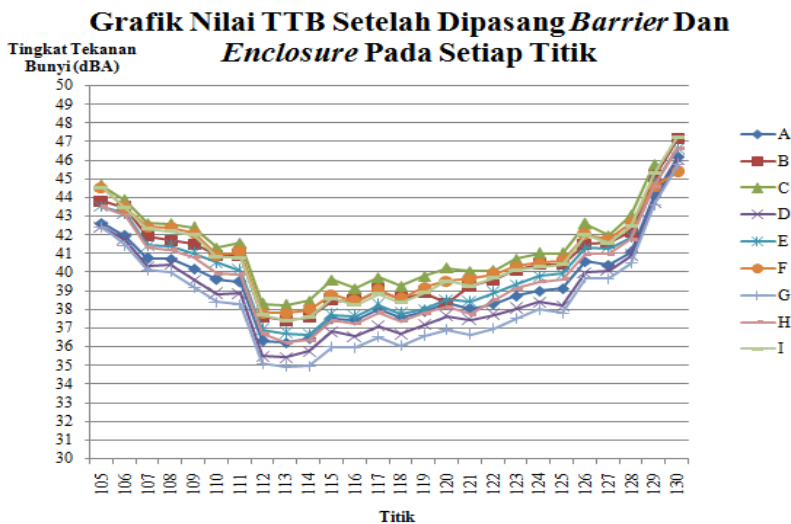
Pengendalian kebisingan mengacu pada SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP-48/MENLH/11/1996 dan Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: KEP-51/MEN/1999. Berdasarkan peraturan menteri lingkungan hidup, kebisingan yang diijinkan masuk pada daerah pemukiman sebesar 55 dBA. Sedangkan peraturan menteri tenaga kerja menyatakan bahwa nilai ambang batas kebisingan yang diijinkan terpapar ke karyawan yang bekerja di perusahaan pengolahan emas tersebut sebesar 85 dBA pada ruang *stamping* dengan waktu paparan selama 8 jam.

Dari hasil perhitungan pengendalian bising dengan menggunakan metode *nomograph* pada perancangan *barrier* di area *exhaust fan* dan *enclosure* di ruang *stamping* menunjukkan bahwa penambahan *enclosure* di ruang *stamping* berguna dalam mereduksi kebisingan di pemukiman dari pada perancangan *barrier* saja karena sumber bising utama berada di ruang *stamping*.

Berikut ini merupakan grafik perbandingan pengurangan nilai kebisingan antara perancangan *barrier* saja dengan perancangan *barrier* dan *enclosure*.



Gambar 4.4 Grafik Nilai TTB Perancangan *Barrier*



Gambar 4.5 Grafik Nilai TTB Perancangan *Barrier* dan *Enclosure*

Pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa perancangan *barrier* hanya mereduksi kebisingan sebesar 11,5 dBA sehingga kebisingan terendah mencapai 64,7 dBA. Pengurangan nilai tingkat kebisingan tersebut belum dapat memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh menteri lingkungan hidup tentang Nilai Ambang Batas Kebisingan berdasarkan SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP-48/MENLH/11/1996. Di persyaratan tersebut telah ditentukan bahwa nilai tingkat kebisingan maksimal yang diperbolehkan pada area pemukiman sebesar 55 dBA.

Dari grafik kedua dapat diketahui bahwa penambahan *enclosure* sangat berpengaruh dalam mengurangi kebisingan. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.5 yang menunjukkan bahwa perancangan *barrier* pada area *exhaust fan* sekaligus desain *enclosure* pada ruang *stamping* dapat mengurangi tingkat kebisingan mencapai di bawah 55 dBA pada daerah pemukiman.

Sedangkan dari hasil perhitungan desain *enclosure* didapatkan salah satu bahan dinding yang sesuai dalam mereduksi kebisingan yaitu batu bata dengan spesifikasi yang telah tercantum pada tabel 4.4 sehingga kebisingan ruang *stamping* berkurang menjadi 73,9 dBA dimana kebisingan semula sebelum di *enclosure* mencapai 103,7 dBA.

Desain *enclosure* tidak hanya berdampak positif pada para karyawan yang bekerja di sekitar ruang *stamping* tetapi juga pada pengurangan tingkat kebisingan pada area *exhaust fan* karena sumber bising utamanya adalah mesin *stamping* yang berada di dalam pabrik pengolahan emas tersebut. Peraturan menteri yang tercantum dalam SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP-48/MENLH/11/1996 dan Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: KEP-51/MEN/1999 dapat terpenuhi jika dilakukan perancangan *barrier* pada area *exhaust fan* sekaligus desain *enclosure* pada ruang *stamping*.

“Halaman ini memang dikosongkan”

LAMPIRAN

LAMPIRAN A - Nilai TTB Pada Area *Exhaust Fan*

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
1	77.2	17.7	33	43.08	49.1	53.1	54.4	52.4	55	54.6	77
2	78.5	15.5	31.1	44.03	50.9	52.9	54.4	60	53.7	61.3	78
3	78.9	14	32.6	43.94	51.6	58	62.7	59.2	58.3	64.5	78
4	79.4	14.9	31.4	41.39	53.7	59.7	60.5	60.3	58.4	68.3	78
5	78.7	17.7	34.4	44.46	50.1	54.9	55.6	52.6	52.1	60.9	79
6	78.4	13.9	30.4	42.53	49.7	53	55.3	52.9	54.1	58.5	78
7	78.3	13.1	29.9	42.71	50.9	54.5	57.5	53.7	54.4	57.7	78
8	79.9	14	31.1	44.84	54.3	61.5	63.6	60.2	60.8	69	79
9	78.7	16.8	32.8	40.53	50.1	53.7	56.9	53.6	53.1	61	79
10	79.1	13.4	31.7	41.94	49.6	53.9	56.3	53.4	51.7	66.2	79
11	79.2	14.5	30.3	40.53	54.3	55.5	57.5	54.3	52.6	68.4	79
12	79.2	14	31.4	41.13	53.3	57.9	56.4	53.8	52.4	68.7	79
13	80	15.9	32.2	42.67	49.6	54.2	57.1	54.4	53	76.5	72
14	79.9	15.1	30.3	41.82	49.5	55.1	57.3	55.3	53.4	77.9	75
15	80.1	17.9	32.3	42.78	51.6	59.8	59.4	57.7	57.3	78.2	75
16	79.9	18	31.8	42.07	51.4	55.1	57	55	53.9	77.8	74
17	80	23.9	39.3	49.57	55.7	57.9	59.4	58.8	59.2	76.7	77
18	79.9	16.7	31.9	44.35	50.9	55.4	57.6	56.4	54.4	77.7	75
19	80.4	14.3	31.1	44.68	52.3	56.9	58.6	61.3	65.1	78.7	74
20	79.9	14.7	30	41.79	51.7	55.8	58.5	56	54.2	77.1	75
21	79.8	18.6	33.8	44.92	51.1	58.1	59.6	57.2	57.6	72.3	78
22	79.6	17.2	33.1	44.32	49.7	56.2	60.5	58.4	54.4	72.8	78
23	79.6	18.3	33.3	43.77	52	56.8	59	56	54.1	74	78
24	79.5	14.5	30.7	43.06	53.2	56.4	58.2	56.2	54.1	72.9	78
25	79.9	17.9	33.1	44.7	52.9	59.3	59	58	56.8	76.4	77
26	80.2	14.6	31.3	44.17	53	59	60.7	59.1	57.7	79.2	72

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
27	80.3	14.8	32.8	44.43	53.2	58.1	59.9	56.3	55.7	79.8	69
28	79.9	17.8	33.5	42.91	52	60.4	60.3	58.8	57.2	74.8	78
29	81.1	27.3	45.8	63.03	70.2	72.4	70.9	69.1	70.5	74.6	75
30	80	21	36.4	47.62	54.9	65	70.4	66.4	64.3	67.9	77
31	77.8	15.1	34.7	48.09	54.2	57.8	59.5	57.4	56.1	57.5	78
32	76.8	15.2	34.1	46.83	53.6	62.4	63.8	61.3	58.7	61	75
33	77.3	18.5	35.6	47.51	53.2	58	59.1	57.7	57.5	57.9	77
34	77.4	14.1	31.3	45.92	52.1	56.5	59.8	57	56.7	56.3	77
35	77.7	13.6	32.7	50.95	55.5	61.3	60.8	59.3	59	60.8	77
36	76.8	18.7	33.8	46.7	54	57.9	59	57.1	57.3	56.3	77
37	78.3	17.4	34	44.99	50.3	56.1	56.9	55.7	54.9	59.2	78
38	78.1	15.4	33.1	44.38	50.3	55.4	58.2	55.4	55	57.6	78
39	78.2	16.8	34	45.06	51.7	57.3	59.2	57.3	55.9	59.8	78
40	77.2	15.2	30.5	42.74	51.4	55.8	56.9	56.1	56	54.8	77
41	78.4	15.3	32.3	44.19	51.6	55.9	57.3	56.1	54.9	60.4	78
42	78.4	16.1	33.1	43.89	50.6	56.6	57.3	55.2	54.5	59.6	78
43	78.6	14.7	32.2	43.72	51.5	56.8	56.6	55.2	54.4	62.2	78
44	78.3	15.8	31.4	44.12	50.5	56.4	57.3	55.1	55.3	59.8	78
45	78.9	15.7	33.7	45.59	51.9	56.3	60.9	56.6	56.6	66	78
46	78.6	15.6	32.6	45.34	50.9	56.4	57.4	55.7	54.1	61.7	78
47	78.9	15	32	46.64	51.4	61.9	60.2	58.8	57.9	65	78
48	78.3	14.5	30.8	43.23	51.1	55.9	56.6	54.6	55.1	59.3	78
49	78.4	16.4	34	42.97	52.1	57.8	57.3	54.6	54.5	60.2	78
50	78.5	16.6	32.4	43.25	50.9	58.4	58	55.3	54.4	62.5	78
51	78.7	15.2	32.2	42.26	51.4	57.1	56.5	54.2	52.8	63.4	78
52	78.9	15.7	31.3	42.92	51.5	56.5	56.1	54.7	52.5	65.3	79
53	78.2	16.3	33.7	43.14	50.5	54.8	55.6	53.1	54	57.2	78
54	78.1	15.1	31.7	43.09	50.1	56.7	56.4	53.9	54.1	57.3	78

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
54	78.1	15.1	31.7	43.09	50.1	56.7	56.4	53.9	54.1	57.3	78
55	78.5	15.9	33.9	44.07	51.4	56.9	57.5	54.8	53.9	61.8	78
56	78.4	16.6	32.7	43.82	52.9	56.5	56.9	56.5	57.8	61.8	78
57	78.2	17.4	33.5	44.91	51.1	57.6	56.7	53.1	54.1	58.5	78
58	78.5	15.9	32.8	44.27	51	55.3	57.4	54.1	53	60.2	78
59	78.6	15.8	34.7	45.05	53.6	58.2	58.3	55.2	53.8	63.6	78
60	78.7	14.6	32.4	42.72	53.5	56.6	58.2	56.7	54.1	64.6	78
61	78.5	15.8	34	46.5	52.1	60.4	61.8	57.3	56.6	63	78
62	78.9	13.5	32.3	44.23	53.1	58.1	58.8	55.8	54.1	66.5	78
63	79	14.1	32.8	45.18	53.5	60.7	59.6	56.1	53.7	69.6	78
64	79.1	14.3	33.7	45.9	54.5	57.9	59.6	57.1	54.3	69.6	78
65	78.2	15.8	33.8	43.87	52.5	59.2	59.3	56.5	56	60.5	78
66	78.3	15.7	31.3	44.69	52.3	57.7	58.2	54.9	55.9	60.2	78
67	78.3	14.1	31.4	44.12	55.8	59.3	59.3	56	54.7	62.4	78
68	78.7	15.8	34.9	44.91	53.9	60	59.8	57.4	54.9	65.4	78
69	78.3	16.2	34	42.83	50.9	56.7	57.9	56.1	56.4	60.5	78
70	78.1	15.7	32.9	41.5	51.3	59.7	57.9	54.5	54.7	57.4	78
71	78.3	15.6	31.2	42.15	53.5	62.8	60.3	56.4	55.4	62	78
72	78.8	15.1	32.7	45.64	55.4	62.9	60.1	57.4	56	68.5	78
73	79.2	15.3	33.4	44.6	51.8	56.2	58.4	55.1	52.6	70.5	78
74	78.6	15	32.6	42.78	51.7	60.7	58	54.5	53.3	65.3	78
75	78.7	14.8	34.4	44.41	54.8	59.8	60.8	56.1	54.3	66.2	78
76	79.1	15.3	31.5	43.73	55.3	59.4	61.2	58.6	55.6	71.2	78
77	78.8	15.8	34.3	43.91	52.5	61.1	60.3	55.8	53.1	66.9	78
78	78.8	14.5	32.8	46.15	53	60.2	59.5	55.9	53.2	67.6	78
79	79	16.7	34.3	46.61	57.1	63.7	63.5	58.9	55.4	69.8	78
80	79.1	14.6	33.4	46.15	54.2	63.4	64.3	61.7	59.8	65.2	77
81	78.8	16.9	34.1	43.42	53.3	57.1	59.1	56	53	65.7	78

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
82	79.3	17.5	35.2	46.44	54	59.3	60.3	56.4	53.5	72.2	78
83	80	14.5	32.9	45.92	57.4	66	62.9	59.8	59.4	76	77
84	78.9	16.2	34.2	46.53	56	63.9	63.4	60	56.9	70.2	78
85	79.5	17.5	36.7	45.65	54.1	58.6	59.5	56.6	55.8	74.3	78
86	79.4	18.6	35	48.63	55.2	60	60.7	57.2	54.8	73.4	78
87	79.9	18.6	37.7	47.78	59.2	64.7	61.9	58.4	57	76	77
88	79.8	19.4	37.5	47.17	56.2	61.9	64.1	59.8	57.5	75.6	77
89	79.2	19.9	36.3	44.42	55.2	59.9	60.4	56.5	54	71.4	78
90	79.4	19.6	35	46.14	54.8	60.5	60.8	57.6	54.7	72.9	78
91	79.8	17.9	36.5	45.92	57.6	68.2	62.7	58.7	57.8	75.6	77
92	79	18.8	36.7	47.82	57.3	62.2	62.4	59.4	56.7	70.2	78
93	79.2	19.6	37.4	49.54	56.5	62.4	61.1	57.8	56.7	72	78
94	79.8	20.2	34.7	46.92	55.4	63.1	60.9	57.7	55.4	76.1	77
95	79.9	18.3	37.6	47.52	58.2	64.9	63	59.2	58.3	75.9	77
96	79.3	18.1	33.8	45.96	58.4	61.4	63.7	59.1	56.5	72.7	78
97	78.9	18	36.7	46.3	56.5	61.1	62.7	58.6	55.5	69.2	78
98	81.3	19.9	39	50.08	57.6	65.4	67.7	62.4	65	80.1	68
99	81.1	20.1	38.1	51.41	59.8	66.1	64.2	61.9	66.7	80	71
100	81.1	19.5	39.6	49.59	57.4	64.2	63.6	61.9	66.6	80.5	67
101	80.3	18.5	37.6	50.85	55.5	60	61.5	57.9	56.4	79.2	73
102	80.9	21.6	38.1	49.23	54.8	61.5	63.6	59.9	61.6	80.6	65
103	81.7	15.8	35.8	47.57	55.5	64.6	62.6	60.2	66.7	81.3	59
104	82.1	18	35.9	50.9	59.2	66.4	65.4	65.8	71.2	81.1	59

LAMPIRAN B - Nilai *Transmission Loss* Area Exhaust Fan

TITIK	JARAK (m)	TTB MAX (dBA)	TL (TTBmax- 55dB)
1	2	77.226	22.226
2	4	78.51	23.51
3	6	78.948	23.948
4	8	79.354	24.354
5	2	78.668	23.668
6	4	78.434	23.434
7	6	78.342	23.342
8	8	79.866	24.866
9	2	78.712	23.712
10	4	79.14	24.14
11	6	79.164	24.164
12	8	79.154	24.154
13	2	79.988	24.988
14	4	79.916	24.916
15	6	80.118	25.118
16	8	79.934	24.934
17	2	79.986	24.986
18	4	79.93	24.93
19	6	80.362	25.362
20	8	79.92	24.92
21	2	79.77	24.77
22	4	79.596	24.596
23	6	79.646	24.646

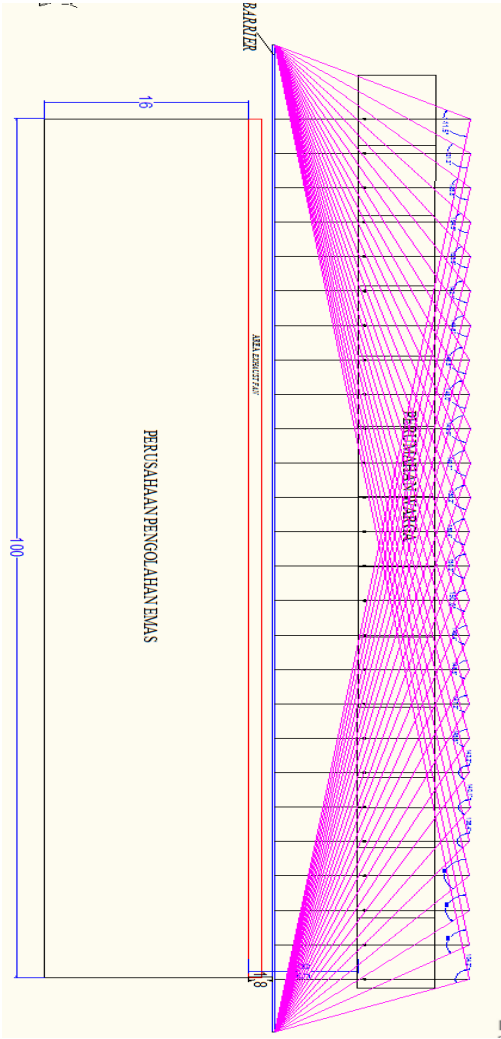
TITIK	JARAK (m)	TTB MAX (dBA)	TL (TTBmax- 55dB)
25	2	79.882	24.882
26	4	80.21	25.21
27	6	80.25	25.25
28	8	79.9	24.9
29	2	81.076	26.076
30	4	80.03	25.03
31	6	77.752	22.752
32	8	76.836	21.836
33	2	77.274	22.274
34	4	77.424	22.424
35	6	77.74	22.74
36	8	76.846	21.846
37	2	78.284	23.284
38	4	78.116	23.116
39	6	78.176	23.176
40	8	77.186	22.186
41	2	78.386	23.386
42	4	78.36	23.36
43	6	78.574	23.574
44	8	78.326	23.326
45	2	78.916	23.916
46	4	78.568	23.568
47	6	78.882	23.882
48	8	78.268	23.268

TITIK	JARAK (m)	TTB MAX (dBA)	TL (TTBmax- 55dB)
50	4	78.536	23.536
51	6	78.668	23.668
52	8	78.854	23.854
53	2	78.166	23.166
54	4	78.086	23.086
55	6	78.538	23.538
56	8	78.396	23.396
57	2	78.23	23.23
58	4	78.466	23.466
59	6	78.552	23.552
60	8	78.716	23.716
61	2	78.492	23.492
62	4	78.87	23.87
63	6	78.95	23.95
64	8	79.056	24.056
65	2	78.234	23.234
66	4	78.32	23.32
67	6	78.33	23.33
68	8	78.674	23.674
69	2	78.262	23.262
70	4	78.058	23.058
71	6	78.316	23.316
72	8	78.82	23.82

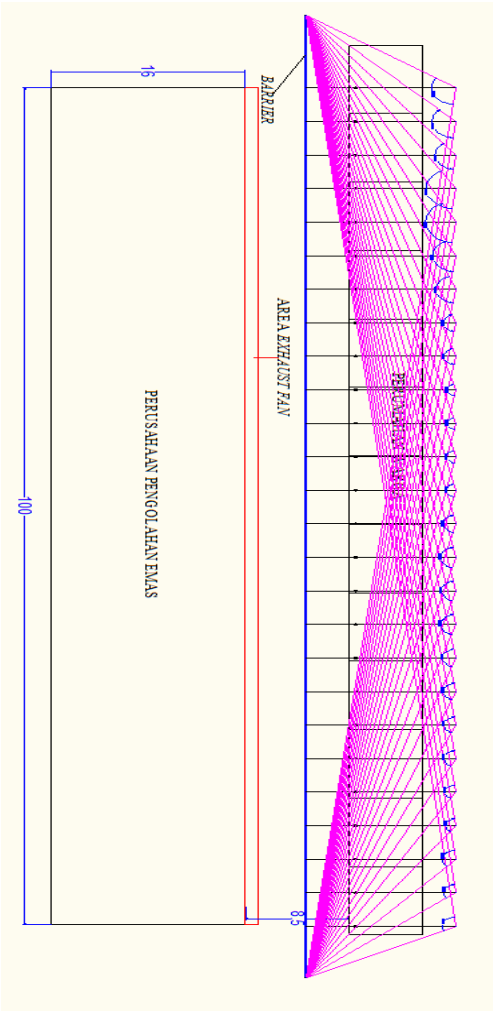
TITIK	JARAK (m)	TTB MAX (dBA)	TL (TTBmax- 55dB)
73	2	79.152	24.152
74	4	78.612	23.612
75	6	78.674	23.674
76	8	79.148	24.148
77	2	78.802	23.802
78	4	78.794	23.794
79	6	79.024	24.024
80	8	79.124	24.124
81	2	78.792	23.792
82	4	79.29	24.29
83	6	79.966	24.966
84	8	78.936	23.936
85	2	79.534	24.534
86	4	79.422	24.422
87	6	79.89	24.89
88	8	79.816	24.816
89	2	79.198	24.198

TITIK	JARAK (m)	TTB MAX (dBA)	TL (TTBmax- 55dB)
91	6	79.778	24.778
92	8	78.994	23.994
93	2	79.244	24.244
94	4	79.81	24.81
95	6	79.854	24.854
96	8	79.298	24.298
97	2	78.91	23.91
98	4	81.276	26.276
99	6	81.078	26.078
100	8	81.131667	26.13166667
101	2	80.312	25.312
102	4	80.916	25.916
103	6	81.658	26.658
104	8	82.088	27.088

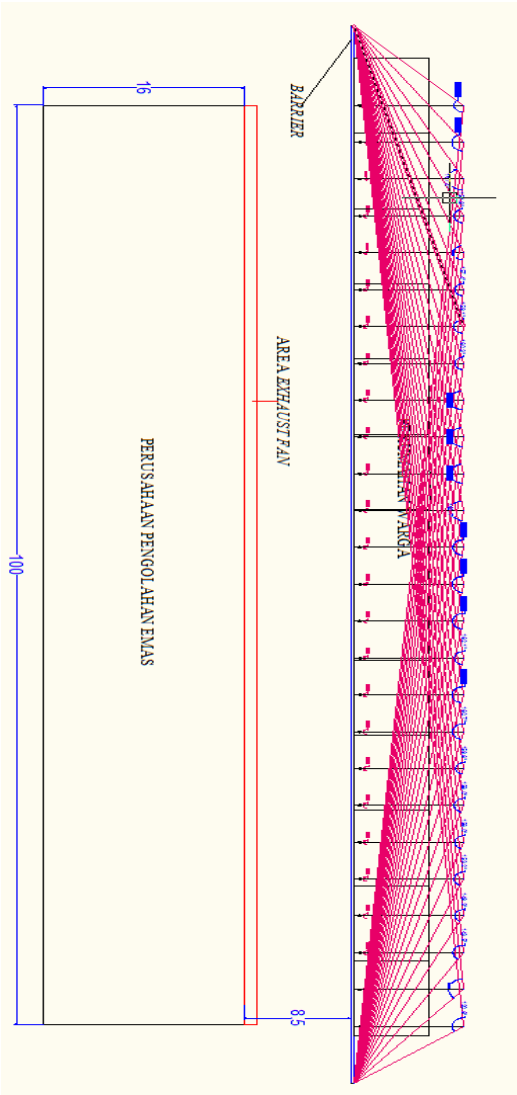
LAMPIRAN C - Denah *Angle Subtended*
LAMPIRAN C-1 Posisi *Barrier* Mendekati Sumber Bising



LAMPIRAN C-2 Posisi *Barrier* Berada Di Tengah-Tengah



LAMPIRAN C-3 Posisi *Barrier* Mendekati Pemukiman



LAMPIRAN D - Nilai TTB Pada Ruang *Stamping*

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
1	88.7	23.7	42	54.6	66.2	74.6	79	80.3	81.9	85.5	67.1
2	84.5	20.8	42	51.3	64.1	70.6	75.1	75.3	77	81.6	63.3
3	82.7	22.8	41	51.3	65.4	72.4	75	75	77	76.9	58
4	81	20	38	50.1	62.2	71.8	72.1	73.5	73.5	76.6	58.4
5	85.4	23.3	41	52.1	65.8	72.3	77.3	76.7	79.3	80.2	61.8
6	84.1	20.5	40	51.6	63.6	71.1	75.4	75.5	76.9	80.3	61.5
7	84.8	19.8	44	50.1	63.1	70.5	73.4	73.8	76.1	82.9	64.2
8	83.9	20.7	42	50.6	62	68.4	72.9	74.5	74.6	81.4	63.2
9	85.9	21.4	41	51	62.7	70	73.5	73.9	75.5	84.5	62.9
10	82.8	21.7	49	50.6	62.7	68	73.4	74.7	76.2	79.3	59.2
11	87.8	23	43	50.8	63.4	71.3	75	77.7	80.4	85.8	67.9
12	87.5	21.4	42	51	63.2	72.3	75.4	78.1	81.1	84.9	65.4
13	84.6	20.3	41	51.2	63.1	72	74.9	76.4	77.8	81	61.5
14	85.3	24.7	46	55.3	65.7	75.1	77	76.4	78.3	81.3	60.2
15	84.7	22.9	44	54.4	65.4	72.3	76.3	75.9	78	81	60.1
16	79.4	20.1	42	49.8	62.9	69.4	72.6	72.8	71.9	73.4	54.9
17	79.8	20	42	50.9	64.5	72	73.4	73.1	71.5	72.6	53.1
18	80	21	39	50.3	61.5	69.2	72.4	74.2	73.1	73.8	55.3
19	85.4	21.3	43	51	61.8	68.2	73.3	75.9	78.2	83.1	64.1
20	83.1	21.8	43	52	65.1	68.5	73	74.9	75.1	80.2	61.3
21	87.4	23.1	46	52.9	64.3	70	75.8	77.9	80.5	84.9	67.5
22	86.8	24.8	45	52.2	64.8	74.3	76.4	77.3	80	83.7	64.5
23	86.3	23.8	44	56.1	67.6	73.2	77.2	78	80.1	82.3	62.1
24	87.5	23.4	47	55.9	68.2	74.1	77.7	77.9	81.2	84.3	65.9
25	80.9	20.5	43	51.7	64.4	70.7	73.6	72.9	73.7	75.7	62.1
26	80.7	22.4	45	50.8	64	73	73.1	73.4	73.6	74.2	55.3
27	80.3	21	42	51	63.3	70.3	73	74	72.8	74.3	54.3

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
28	80.5	20.1	43	50.4	62.3	69.9	73.5	73.7	73.1	74.7	58.4
29	84.9	20.3	48	52.1	62.9	68.4	72.8	75.2	78.3	82.2	64.5
30	87.4	21.3	47	50.1	62.3	69	71.9	77	81.4	85.1	65.7
31	80.7	24.1	38	51.4	64.8	68.7	73.1	73.5	73	76.2	59.5
32	85.9	24.3	40	54	66.9	74.7	78.2	78.7	80.1	80.4	59.7
33	86.4	23.9	41	57	67.3	74.4	78.5	78.7	81.3	80.6	65.1
34	85.5	23.3	44	54	64	72	77.5	77.7	78	81.7	60.4
35	81.2	22.8	42	52.2	63.5	69.7	74.5	75.5	74.2	74.5	54.5
36	80.7	22	42	52.7	62.3	70.2	73.8	75	72.8	74.3	55.2
37	84.3	24.2	42	54.2	67	74.9	77.4	77.5	79	75.3	56.2
38	88.2	22.2	43	54.1	64.4	70.6	73.6	76.1	79.7	86.2	65.7
39	85.8	22.5	46	54.1	65.1	71.3	73.4	74.9	76.7	84.2	64
40	82.9	21.1	46	50.7	62.1	68.8	72.1	74.4	75.8	80	65.5
41	87.2	25.7	39	55.5	65.3	74.2	78.4	79.4	82.5	81.7	64.6
42	85.8	25.3	40	54.5	67.7	74.5	78.1	78.7	80.3	80	60.4
43	83.8	22.5	45	52	64.2	70.3	74	76	77.7	79.8	61.5
44	84.3	23	45	52.3	63.8	69.6	74.3	75.5	76.8	81.6	59.9
45	83.9	24	45	56.7	65.5	73	76.2	77.2	79.1	76	55.4
46	83.5	23.8	43	53.6	65	72.2	76.5	77.8	77	76.1	56
47	83.9	22.2	43	53	64.5	73.3	78.1	77.4	77.4	74.9	55.1
48	85	23.4	43	56	65.7	73.5	78.6	78.3	79.9	76.1	66.5
49	82.5	21.5	39	48.1	62.9	69	72.8	74.1	75.2	79.4	61.2
50	83.1	21.8	42	52.4	63.9	69.5	72.5	74.5	75.9	80.2	61.7
51	85.7	24.4	41	54.2	67.8	73.5	78	78.5	80.1	80	63.3
52	89.4	21.8	39	51.1	63.4	71	75.7	79.3	81.1	87.7	70.3
53	89.5	21.3	43	50.5	63.9	71.3	75.8	78.3	81.1	87.9	70.9
54	88.9	22.8	41	53.8	65.9	73	77.3	78.9	81.2	86.6	69.1

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
55	90	23.8	44	56.2	67.3	76	80.1	80.4	82.5	87.4	69.2
56	87.5	19.9	42	51.2	64.4	73.1	78.1	77.9	78.9	85.1	67.6
57	87.9	21.2	44	51.4	63.3	72.4	77	78.7	79.1	85.6	67.9
58	85	22.2	46	52.8	63.9	71.4	75.7	76.7	76.6	82.1	67.5
59	89	22.7	44	58	68.5	73.2	78.5	79	80.1	86.8	68.9
60	89.7	23.2	46	56.7	67.9	74.8	80.2	80	80.6	87.6	70.7
61	84.6	23.2	40	51.3	64.5	72.5	76.2	77.1	79.2	79	61.6
62	86.3	21.9	40	51	63.4	71.8	75.9	76.1	76.9	84	64.7
63	89.6	21	40	50.2	63.6	70.8	75.6	78.8	81.5	87.9	69.5
64	89.4	23.9	44	51.7	67.4	75	76.6	78.7	81.5	87.6	69.2
65	90.9	24	45	54.4	69.4	79	78.7	80.8	83.8	88.4	70.2
66	89.7	22.1	42	52.2	65.9	76	80	80.3	81.3	87.2	69.5
67	88.3	22	43	50.9	63.2	73.7	77.8	78.8	79.5	86.2	68.4
68	88.9	22	43	54.7	63.9	74.8	78.8	79.6	80.4	86.5	68.7
69	89.6	22.9	46	54.7	65.9	74	78.8	79.4	81.2	87.4	70.9
70	90.5	24.2	43	55.2	67.8	76.4	81.9	81.3	82.4	87.6	70.2
71	90	22.4	40	50.3	64.2	72.4	77.3	79.4	80.3	88.5	69.9
72	88	20.8	41	52.5	64.7	71.6	75.6	76.6	79.1	86.4	68.5
73	89	20.9	41	49.5	63.3	70.3	76.3	78.2	80.5	87.4	68.9
74	89.5	21.4	43	51.3	63.2	70.2	76.8	79.6	80.4	87.8	69.2
75	90.6	21.3	40	51.7	64.9	71.9	77.4	80	81.4	89.1	71.2
76	89.2	21.4	39	51.4	65.8	77.2	79.4	79.1	80	86.6	69.3
77	88.9	21.2	41	50.5	64.6	73	75.8	77.2	79.6	87.4	68.8
78	90.1	23.4	41	52.1	67	71.8	76	78.7	81.7	88.5	71.1
79	88.3	23.7	41	52.4	67.3	73	75.2	78	79.6	86.6	68.9
80	89.2	22.3	40	51.9	67.4	73.5	78.1	79.2	80.4	87.2	70.2
81	91	22	41	52.7	66.3	72.8	76.8	78.4	81.2	89.8	71
82	91.2	20.1	41	51	65.6	72.5	78.5	80.1	82.6	89.6	72.7

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
83	91.1	20.1	38	50.3	64.2	70	77.6	79.3	81.8	89.7	71.9
84	90.6	21.7	39	51.4	65.7	73.8	79.7	80.2	81.6	88.7	71.1
85	91.5	21.8	41	53.4	64.2	71.9	77.9	81.4	83.8	89.6	71.8
86	88.2	21.2	39	53.1	62.8	72.2	77.4	78.3	79.8	86	68.6
87	88.8	21.2	42	50.1	63.9	71.4	75.9	78.1	80	87.2	69.3
88	89.8	24.3	40	52.8	68.7	74.5	78.5	78.5	80.9	87.9	70.5
89	88	22.3	41	52.5	65.3	71.9	76	77.6	79.6	86.1	68.7
90	89.2	21.2	40	52.3	64.6	72.6	76.1	78	80.7	87.6	70.6
91	92.9	24	42	55	68.9	76.2	79.6	81.8	83.1	91.4	73.7
92	90.8	22.1	41	54	65.6	74.2	78.3	80.5	82.6	88.7	70.9
93	91.6	21.9	39	52.4	65.5	72.8	77.3	80.9	84.6	89.6	71.9
94	93.1	20.6	40	55.2	67.8	74.4	78.8	82.3	84.6	91.6	73.1
95	89.6	20.3	40	52.5	64.9	72.4	78.5	78.7	80.8	87.7	70
96	88.5	20.8	39	50.8	63.3	70.7	73.7	77.2	79.8	87	71.6
97	92.4	23	40	55.5	73.5	75.6	80.8	81.5	85.6	90.1	71.8
98	91.2	22	40	51.1	67.7	71.7	76.9	79.5	83.2	89.6	72.7
99	89.6	21.4	39	52.6	65.1	70.9	75.9	78.4	81.7	88	70.4
100	91.7	27	41	54.4	66.4	70.1	76	80.2	83.6	90.2	72.5
101	92.7	22.4	40	53.5	66.5	75.2	80.6	82.4	84.2	90.8	73.9
102	91.8	22.5	40	53.9	68.2	76.1	80.1	82.7	83.4	89.5	72.2
103	93.4	26.2	46	61.3	73.7	79	85.1	85.4	85	90.3	73.5
104	94.2	20.7	42	55.8	68.2	74.1	81.1	83.4	85.9	92.5	74.5
105	92.5	22	41	53.3	65.1	73.1	77.3	81	84.5	90.9	75.3
106	93.2	21.2	41	55.8	71.2	77.3	81.3	82.4	85.8	91	73
107	91.6	21.1	40	58	73.9	76.2	81.9	81.9	84.9	88.6	71.3
108	91.7	22.6	40	56.1	69.4	73.9	79.7	81.1	84.3	89.6	72.8
109	89.1	20.9	38	53.8	66.7	71.6	76.7	78.5	80.8	87.2	69.7
110	90.7	23.6	40	53.7	65	71.5	76.9	79.2	82.1	89.2	71.5

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
111	89.2	22.9	43	58.5	67.6	72.5	76.1	77.1	81.9	87.3	72.2
112	87.7	20.7	42	59.9	67.3	74	76.5	75.8	80	85.5	69.5
113	88	22.8	42	56.7	66.5	71.9	75.3	75	80.5	86.1	71
114	89.3	23.4	43	56.5	67.4	71.6	75.5	76.2	81.9	87.4	71.3
115	88.5	24.7	42	58.7	70.3	75.1	78.9	79.2	81.3	85.2	69.2
116	87.1	22.9	40	55.5	68.7	73.4	75.5	75	79.8	84.8	69.5
117	79.7	20.9	41	51.4	62.6	67.7	72.1	72.9	71.4	75	57.2
118	83.3	22.2	41	51.6	65.7	71.2	76.8	75.5	77.4	77.5	59.3
119	90	22.3	40	54.6	65.9	74.1	80.7	80.1	81	87.7	71.9
120	89.5	22.6	42	54.9	64.7	72.7	77.7	79.5	81.1	87.5	71.1
121	89.6	23.6	44	60.5	68.9	73.4	76.3	77.1	82.2	87.7	73.1
122	87.9	22.4	42	59	68.9	72.4	76.5	76.1	80.4	85.9	70
123	88.9	23.6	45	60	69.2	73.5	77.3	78.8	82.1	86.4	70
124	87.6	23.2	42	57.3	67.1	71.5	75.2	76.3	80.1	85.7	69.2
125	87.6	22.6	42	58	65.6	71.3	76	76.8	80.4	85.4	68.9
126	87.1	22.5	44	57.7	64.8	72.7	76.1	76	79.6	85	68.2
127	88.5	20.1	39	49.9	62.3	67	72.8	77.6	83.2	85.9	68.6
128	81.9	19.2	37	49.8	60.4	67.1	70.4	73	72.8	79.6	64.2
129	89.9	24	42	57.3	68.5	75.2	79.2	80.5	81.9	87.4	72.9
130	90.1	24.7	43	57.2	68.5	74.6	79.4	79.7	81.8	87.9	72.7
131	96.7	22.8	40	55.6	67.5	72.8	79	83.3	87.3	95.6	80.1
132	94.2	22.9	42	58.6	70.1	75.5	80.1	83.1	85.5	92.6	76.8
133	96.7	22.2	41	57	66	72.4	77.9	84.9	87.8	95.3	79.4
134	87.8	22.4	42	58	68.8	74.5	77.9	77.6	80.4	85.2	68.5
135	88.9	23.5	41	57.3	70	77	78	78.1	80.9	86.5	68.8
136	87.2	21.7	39	58.2	71.8	74.9	76.3	76	79	84.4	66.8
137	88.9	21.5	42	54.2	66.6	73	76.5	76.3	81.1	87.1	68.8
138	89.6	23.2	42	53.2	65.2	72.2	76.1	76.7	81	88.2	71.3

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
139	90.9	22.5	42	54.7	65.5	71	75.4	77.3	83.4	89.5	70.6
140	90.2	23.2	42	56.5	66.6	73.1	77	78.4	82.1	88.6	72
141	93.3	21.5	40	56.1	68.6	72.7	78.8	81.7	85.8	91.6	75.4
142	93.8	21	42	59	69.8	77.3	82.3	83.5	86.6	91.6	75.6
143	91.4	22.3	42	58.1	68.1	74.8	79.9	83.9	84	88.4	71.9
144	91.3	22.2	42	56	66.2	76.5	80.1	79.1	83.6	89.2	73.4
145	90.1	22.4	39	57.1	69.1	75.2	77	77.3	81.7	88.4	70.6
146	91.2	21.5	38	58.3	71.9	76.1	80.4	78.6	83.1	89.3	72.2
147	89.4	19.9	39	54.3	64.7	72.7	76.1	75.7	79.4	88.2	71.2
148	92.3	23.7	42	54.4	65.1	73.2	77	77.1	83.1	91.3	73.1
149	92	24.3	43	61	68	70.9	76.8	78.4	83.1	90.8	72.3
150	92.6	23.6	43	60.7	67.3	72.8	77.7	79.8	84.4	91.2	74.5
151	87.9	22.8	41	55.7	65.9	71.5	75.6	78.3	80.1	85.7	70.4
152	90.9	22.3	42	56.9	68	74.7	80.1	81.8	83.2	88.5	73.3
153	88.5	22.1	41	56.1	69	74.5	77.4	79	80.9	86.1	70.1
154	95.4	21.9	44	57	70.8	74.7	79.5	82.4	86.1	94.3	78.1
155	90.6	22.6	41	58.8	74.9	76.3	80.7	81.5	83	86.7	69.8
156	89.9	21.9	45	54	68.4	72.9	76.9	79.1	81.6	88.2	69.5
157	91.8	21.8	46	56.2	70.3	75.3	78.1	79.6	83.2	90.3	74.3
158	100	22	46	55.6	66.6	74.9	78.7	82.6	88.3	99.9	82.9
159	98.7	23.4	43	54.5	66.7	73.4	79.2	82.8	88.1	98	84.3
160	93.4	21.1	39	53.7	66.2	73.1	78.3	79.4	84.1	92.4	76.6
161	91.5	21.9	42	57	69.7	75.4	78.9	80.3	84	89.5	74.8
162	89.6	21	43	56.2	68.4	75.6	78.5	79.6	81.8	87.3	72.1
163	89.5	21.5	42	58	68.7	73.9	78	80	81.9	87.2	72.2
164	88.3	21.3	43	56.1	67.5	75.5	79.8	79.2	80	85.2	69.4
165	87.3	22.6	42	57.2	73.2	75.9	79.4	80	79.9	82.5	66.1
166	90.6	21.9	43	55.5	65.2	73.1	77.5	79.6	83.3	88.7	71.6

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
167	94.8	21.6	45	56.5	66.8	77.2	78.8	81.5	84.5	93.5	74.2
168	104	21.8	45	56.6	66.8	74.9	79.1	84.9	92.5	103	87
169	101	20.3	44	56.1	66.2	73.9	83.8	87.5	91.3	99.9	83.2
170	95.2	22.4	44	54	65.6	72.2	77.7	83.4	85.1	94.3	76.5
171	93.7	24.7	42	57.7	69.5	75.7	80.4	80.3	86.1	91.9	78.8
172	86.8	22	42	55.9	66.7	73.3	74.2	76.5	79	84.7	68.6
173	86.6	20.2	38	54.6	64.7	71.4	74.8	76.9	79	84.3	68.1
174	86.4	22.7	41	57.8	68.7	76.1	76.7	77.3	77	83.1	66.8
175	85.8	22.3	39	55.2	66	71.1	74.9	75.3	76.7	83.8	67.1
176	89.5	22.5	43	58.6	67.9	74.2	77.5	78.9	81.4	87.5	70.6
177	90.9	23.4	43	57.9	67.1	74.1	79.1	80.3	82.7	89	71.7
178	94.7	22	43	56.5	66.7	73.4	78.4	81.5	86.8	93.3	76.6
179	94.8	22.7	43	57.7	69.3	75.5	78.9	81	85.9	93.6	77.4
180	93	22.3	46	54.6	66.7	74.6	79.1	80.9	84.3	91.4	76
181											
182	95.1	24.6	42	56	68.2	77.5	82.6	82.6	90.7	91.5	77
183	91.4	23	42	54.7	65.9	72.1	75.7	77.4	82	90.3	74.6
184	87.9	20.2	40	56.3	65.1	71.5	76.1	75.6	78.9	86.2	70.3
185	90.3	23.9	39	55.9	67.9	74	78	78.9	82.1	88.6	70.8
186	89.5	21.7	41	56.5	67.4	74.2	77.6	77.8	81.4	87.5	69.4
187	88.1	22.7	41	56.4	67	72.6	77.1	78.3	81	85.7	68.6
188	89.4	22.5	42	57.8	66.7	74	77	78.4	81.5	87.5	70.8
189	91.7	22.6	42	56.3	69	74.9	78.5	79.6	83.9	89.9	72.7
190	93.1	23.5	44	56	66.5	73.9	77	79.2	83.8	92.1	74.5
191	103	24	42	58	67.8	78.1	83.7	85.1	94.6	102	87.5
192	97.5	23.1	41	57.4	66.6	75.3	81.6	83.3	91.8	95.2	79.6
193	90	24.4	42	56.9	67.5	74.6	78.2	79.1	83.3	87.7	72
194	89.9	23.6	42	58.6	66.2	74	78.4	79.7	84.1	87.1	70.6

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
195	90	23.8	43	58.5	66.5	73.4	77.3	79	83.1	87.9	71.4
196	89.8	23.2	42	57.9	67.7	73.5	77	78.6	83.4	87.5	70.5
197	92.5	23	42	57.7	66.6	73.2	77.6	79.1	84.8	91	74.3
198	88.1	23.5	43	56.8	67	73.3	76.8	77.8	81.2	85.5	68.8
199	91.8	22.7	43	57.1	65.6	71.8	76.2	79.8	84.5	90	71.6
200	89.1	24.2	43	57.2	67.2	73.1	76.5	77.7	82	87.1	70.6
201	101	22.7	42	57.3	69.6	79.2	85.3	85.7	93.3	100	84.7
202	98.9	23.9	43	57.5	68.6	76.5	81.8	83.4	91.1	97.6	82.4
203	91.9	22.8	42	58	69.1	75.4	78.7	79.6	85.1	89.8	74.5
204	90.8	24	42	59.1	67.9	72.9	77.7	78.9	84.4	88.6	72.5
205	90.6	23.1	42	56.1	67.3	73.3	77.8	79.4	84.2	88.4	72
206	89	23.5	41	56.9	66.6	74.4	77.7	78.1	82.1	86.4	69.6
207	91.9	21.6	42	59.4	68.1	74	78.2	79.1	84.3	90.3	74
208	89.4	22.6	41	57.9	67	72.8	76.9	78.5	82.6	87.2	70.6
209	88.6	23.1	42	58.3	65.5	73.3	77.2	78.1	82	86.2	69.3
210	89.1	24.5	45	58	67.2	71.8	75.9	77.4	82.5	87	70.7
211	93.8	23.5	41	59.4	69.8	76.1	79.8	81.4	87.7	91.6	75.2
212	95.8	22.2	40	60.4	69.9	76.4	80.3	81.8	89.3	94	77.6
213	90	23.1	42	58.5	69.6	75.4	79.3	79.1	83.2	87.3	71.5
214	90	22.8	40	56.9	66.7	73.4	78.7	79.4	83.6	87.4	73
215	93.7	22.8	42	56	66.8	73.6	78.2	80.4	87.2	92	75.9
216	88.2	23.7	40	54.1	63.4	71.1	75.9	78.2	80.9	86.1	69.4
217	90.7	23.3	42	55.6	68.1	78.1	80.8	81	83.8	87.5	70.8
218	90.1	22	43	54.7	65.7	73.8	77.6	79.3	83.4	87.8	71.1
219	88	23.4	42	56.5	65.2	73.2	77	78.3	81.3	85.4	68.5
220	87.9	24.2	44	55	64.8	72.1	76.8	78.2	81.1	85.4	69.1
221	91.2	23.9	42	57.7	71.6	76.4	77.9	79.6	85.9	88.2	72.8
222	93.3	22.8	42	58.5	72.2	76.2	79.3	79.6	86.7	91.4	75.2

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
223	92.2	22.7	41	59.7	72.4	76.4	81.9	81.2	86	89.3	73.3
224	87.9	20.3	41	56.7	68.6	74.2	76.8	77.7	81.9	84.8	69.1
225	87	22.2	42	55.5	66.5	71.6	73.4	75.8	79	85.3	69.2
226	88	22.1	41	56.7	66.4	72.5	76.8	77.3	80.7	85.7	69.4
227	89.7	20.7	42	54.3	63.8	72.7	77.2	78.6	82.3	87.7	70.8
228	86.9	21.8	41	53.8	62.4	71.3	77.3	77.8	79.1	84	67
229	86.7	21.9	42	57.4	65.3	71.7	76.4	78.5	79.5	83.8	66.8
230	88.9	22.6	45	57.4	65.6	72.1	76.8	78.8	81.5	86.7	70
231											
232											
233	90.1	20	40	56.2	68.8	73.3	76.5	78.3	83.6	88	71.4
234	88.4	22	40	56.2	67.9	75.7	80.6	79.7	82.6	83.6	66.7
235	86.4	21.7	39	55.8	68.5	72.3	75.1	76.1	79.9	83.5	66.5
236	85.7	20.2	39	55.2	66.1	73.7	77.8	77.1	77.8	82.1	65.3
237	86.5	21.9	41	53.3	66.8	74	78.3	77.5	79.5	82.8	65.6
238	86.6	21.9	42	56.8	66.9	74.1	78.8	78.8	80.3	82.1	64.7
239	87.1	21.1	41	55.6	68.1	72.9	77.4	77.5	80.7	83.9	67.2
240	83.4	20.8	42	56.8	69.9	74.5	76.7	75	74.5	77.8	59.4
241											
242											
243	87.3	21.6	40	54.8	71	74.1	78.4	76.3	81.7	83.5	67
244	87.5	20.7	39	55.8	68.5	73.6	77.2	77.3	80.6	84.6	67
245	87.6	21.5	39	54.5	71.9	76.6	78.5	78	82.2	82.8	65.8
246	85.5	20.4	39	55.4	65.5	72.9	75.2	77	78.1	82.5	64.6
247	85.8	19.8	39	53.9	65.3	72.7	76.7	77.1	80.1	81.3	63.6
248	86.4	20.7	38	55.6	66.1	74	78.3	78	78.5	82.8	65.9
249	86.7	22.7	41	55.4	68.6	72.9	77.7	78.3	80	83.1	66
250	84.8	21	41	53.3	67.4	76.8	79.1	77.7	74.3	77.7	57.7

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
251											
252											
253	83.1	23	40	52.9	62.8	70.8	72.3	72.8	73.5	78.9	76.4
254	89	22.5	39	53.5	65.2	71.5	76	77.7	82.2	86.7	75
255	85.4	22.1	38	53.2	66.4	71.9	74.8	76	78.8	82.1	70.9
256	88.6	22.5	40	52.6	62.1	71	74.7	77.7	81.4	86.4	74.3
257	90	23.3	43	53.1	64.7	71.3	75	77.1	82.4	88.3	75.1
258	87.4	21.6	42	53.8	66.3	70.7	74.8	77	79.7	85.2	73.5
259	87.8	21.4	44	54.3	64.9	72	75.1	77.2	80	85.7	73.6
260	86.7	20.7	41	53.8	65.8	71	75	76.6	78.6	84.2	72.9
261	84.4	21.3	41	53.7	66.9	69.1	74.1	74.9	76.3	81.5	72.9
262	83.8	21.8	42	51.8	64.3	71.6	73.6	73.1	75.1	80.5	75
263	84.9	21.2	41	50.2	61.8	72.4	75.6	75.5	76.7	80.7	74.9
264	83.5	21	39	51.5	61.6	71.2	73.2	73.1	74.4	79.8	76
265	84.9	21.1	41	50.8	61.8	72.4	75.3	76	76	80.8	75
266											
267											
268	82.9	23.9	43	53.9	60.4	70	73.8	73.3	73.3	78.7	76.1
269	86.6	26.8	45	53.3	63.8	70.3	74.8	76.3	79	83.8	75
270	94.5	23.3	42	53.4	66.9	73.9	78.3	82	87.9	92.5	79.2
271	88.3	24.8	43	52.1	63.9	71.9	75.2	77	80.7	86.1	74.3
272	91.5	23	42	54.3	66.1	72.9	74.8	78.4	85	89.5	75.8
273	86.9	22.3	43	53.7	65.3	71.7	74.2	76.4	79.7	84.4	72.9
274	86.8	22.2	43	54.4	63.6	71.8	75.8	77.1	79	84.2	73.3
275	86.5	20.2	39	52.1	63.5	70.5	74.5	76.1	78.8	84.2	72.8
276	86.7	19.5	40	54.8	66.7	71.3	74.8	76.5	79	84.5	72.3
277	83.7	21.9	38	49.5	63.1	71.4	74.1	74.3	75.4	80	73.8
278	84.9	20.4	39	49.5	62.2	73	76.7	76.8	77.2	80	74.8

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
279	83	21.3	39	50	60.9	71.7	72.8	73	73.2	78.7	76.4
280	84.1	20	38	49.2	62.6	72.2	75.6	73.6	74.8	79.9	75.2
281	82.8	21.6	39	50.8	60.8	70.4	73.3	74	73.3	78	76.7
282	83.9	20.9	38	50.8	62	70.4	72.5	74.5	74.6	80	76.5
283	83.8	21.3	39	51.8	62.1	69.2	72.6	73.7	74.7	80.1	76.4
284	83.9	21.5	41	53	64.9	70.2	74.3	75	74.8	79.3	76.1
285	87.9	22.8	42	51.7	63.9	70.2	76.1	78.2	82.7	84	72.6
286	86.8	21.3	39	53.4	63.5	72.3	79.2	79.2	80.4	81.5	71.8
287	83.8	23.6	42	53	61.9	69.6	72.7	73.9	74.9	80.5	74.6
288	91.5	23	42	54.3	66.1	72.9	74.8	78.4	85	89.5	75.8
289	83.3	21.5	38	51.9	63.3	70.9	72.8	74.4	74.3	79.7	74.8
290	83.6	21.3	38	51.3	64.3	72.2	73.1	74.6	75.3	79.7	74.7
291	84.7	20.5	39	51.5	63.7	72.7	75.8	75.8	76.8	81.3	68.7
292	84.3	20.9	39	52.9	62.2	71.2	75.1	75.6	76.4	81.1	68.4
293	84.7	21.4	41	52.5	63.1	72.9	75.5	75.8	77.4	80.3	72.4
294	83.7	21.3	36	51.5	64	71.1	74.3	74.3	75.3	80.1	72.3
295	85	21.6	39	50.3	62.5	72.2	76.2	76.3	79	80.8	67.2
296	84.5	20.6	39	55.5	64.2	71.6	74.3	75.6	76.1	81.2	73.3
297	83.9	19.7	41	55.2	64.1	71.6	74.7	74.8	74.6	79.9	75.5
298	87.7	20.8	41	55.3	63.7	72.7	76.6	79.9	81.4	83.6	73.9
299	84.6	20.5	41	55.5	64.2	71.2	74.2	76	76.9	80.7	74.5
300	88.8	20.5	40	55.4	64.4	71.7	77.8	79.1	84	84.7	71.5
301	88.9	21.5	41	53.5	63.1	70.8	76.6	78	82.9	86.1	71.6
302	83.7	23.3	43	53.3	62.6	70.7	74.7	74.6	75.1	79.3	75.7
303	85.6	21.3	39	53.6	65.5	73.4	75.2	76.6	77.6	82.4	71.3
304	84.2	22.7	38	52	65.3	71.2	75.1	75.5	76.2	79.7	74.2
305	83.9	21.8	38	52.1	64.1	70.9	75.2	75.5	75.7	79.4	75.2
306	83.6	21.4	38	51.5	63.4	70.8	74.5	74.1	75.1	79.2	75.7

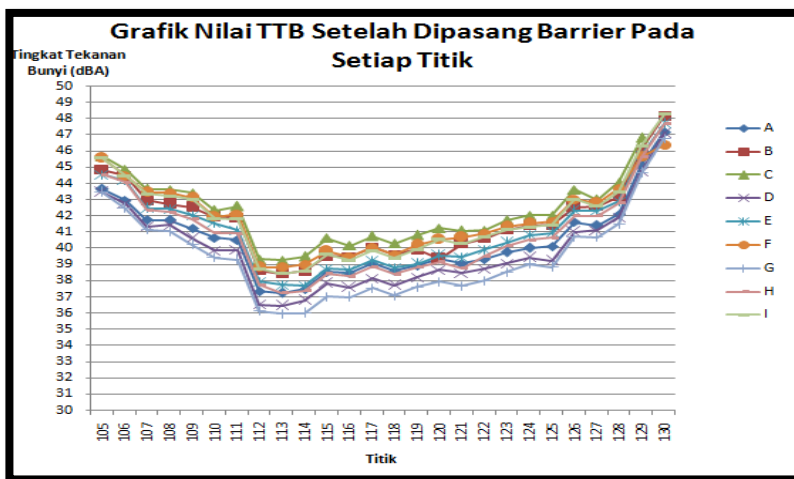
NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
307	83.1	20.3	38	50.7	61.6	70.7	73.2	73.2	73.9	79.9	74.2
308	85.5	22.8	40	55.6	65.9	74.6	78	78.8	78.1	80	71.8
309	84	21.7	35	51.4	62.9	68.8	74	74	76.6	81.4	66.4
310	83.8	22.4	37	50.8	62	70.1	73.6	74.3	76	81.1	65.9
311	84.2	20.6	41	53	63.8	70.1	73.5	74.9	75.7	80.8	76
312	84.8	20	40	53.5	63.5	71.5	73.6	76.3	76.7	81.2	75.5
313	84.3	20.5	40	54	63.3	69.4	72.9	75	75.6	81.1	76
314	84.9	20.2	40	53.6	64.5	70.4	74.5	76.2	76.7	80.8	75.8
315	83.3	21	42	53.6	62.2	68.6	74.4	73.5	73.4	79.2	76.6
316	83.6	20.7	45	54.3	63.7	69.2	72.7	74.1	74.8	79.9	76.5
317	85.4	19.5	45	53.4	61.5	69.5	75	76	76.7	82.5	75.3
318	87	21	43	52.3	61.1	70.2	74	77.2	80.1	84.5	73.8
319	88.2	23.1	42	52.9	62.8	70.3	76.1	77.8	81.9	85.6	73.2
320	86.3	20.7	40	51.5	62.9	70	73.8	76.7	79.8	83.3	74.4
321	87	20.5	42	51.7	62.8	69.7	74.5	77.1	80.4	84.2	73.1
322	86.2	20.4	40	50.7	62.4	69.2	74	77.4	79.8	82.8	75
323	86.1	20.5	44	51.7	63.5	69.1	73.1	75	78	83.8	75.3
324	92.3	21.3	40	51.7	62.2	72.3	77.5	79.9	85	90.7	74.7
325	92	21.6	39	51.6	61.9	71.5	76.1	79.9	84.9	90.3	74.2
326	84.3	20.3	37	52.3	62.8	69.3	73.4	74.9	75	80.2	76.9
327	82.6	19.9	39	54.1	62.4	69.4	72.3	73.2	73.3	77.7	76.7
328	82.3	19.2	42	53.1	62.7	69.3	71.5	72.1	72.5	77.9	76.8
329	82.9	21.4	45	53.5	63	69.7	72	73.3	73.8	78.8	76.6
330	83.1	20	46	51.5	63	68.5	72.2	72.1	73	79.6	76.8
331	85.7	19.7	48	55.1	63.5	71.2	75.1	77	78.2	82.4	75.7
332	85.2	20.2	45	52.1	62.2	70.5	74.2	76.7	77.2	81.7	75.7
333	85.1	20.3	44	52.4	63.1	68.5	73.4	75.4	76.7	82.4	75.1
334	86.5	20.3	41	53.9	63.2	70.2	74.9	77.5	78.5	83.9	73.8

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
335	86.1	22.3	43	54.5	65	70.9	75.2	76.3	78	83.4	75.1
336	86.3	21.9	42	50.4	60.5	68.8	74.7	75	79	84	72.8
337	84.9	20.5	42	49.2	62.3	69.1	73.5	75.1	76.7	82.2	73.5
338	85.2	19.7	43	51.1	59.7	67.7	71	74	77.3	83.1	74.5
368	85.3	20.8	40	50.3	63.6	71.6	75.3	76.7	77.7	81.9	73.9
369	86.9	22.5	41	51.4	63.4	71.2	75.7	76.5	79.2	84.6	73
370	87.6	21.8	42	51.8	63.3	70.6	75.5	76.7	79.2	85.6	73.6
371	86.5	20.7	45	59.8	63.4	71.4	77.9	76.4	78.8	83.4	70.7
372	86.3	21	47	57.2	63.3	72.7	77.3	77.7	79.1	82.8	71.1
373	85.3	20.3	40	52.2	64.7	71.6	75.5	76.8	78	81.8	72.3
374	85.9	22	45	53.8	63.7	71.5	75.9	77.8	78.7	82.6	71.4
375	87.9	23.4	47	54	64.3	71	77	80.6	81.9	84.1	69.4
376	86.6	24	47	56.2	63.6	71.3	76.1	78.1	80.2	83.4	69.7
377	87.1	21.9	45	55.5	63	71.6	77	79.8	80.6	83.6	68.5
378	87.8	21.7	41	51.9	62.2	69.8	74.5	77.3	82	85.3	69.6
379	91.7	25.8	50	55.9	66.2	72.8	77.5	80.9	85.2	89.4	72.4
380	93.4	26.3	54	59.1	70	74.4	78.1	82.3	86.2	91.6	74.7
381	85	22	41	52.1	65.1	71.7	75.4	75.4	77.6	81.9	69.2
382	86.1	21.4	42	56.6	65.1	72.8	76.3	78.5	78.7	82.6	69.3
383	86.5	22.5	43	56.3	66.9	74.3	77.5	78.1	79.4	82.8	68.7
384	86.9	22.5	45	57.4	65.5	75.2	76.8	78	80.4	83.3	69.2
385	87.3	21.6	47	55.5	64.1	71.4	77.5	78.5	80.8	83.9	70.2
386	86.2	22	45	56.4	64.1	72	76.3	78.6	79.3	82.6	70.1
387	88.6	23.9	43	54.7	64.9	75.5	79.7	80.4	82.3	84.5	69.3
388	86.8	21.5	44	57.4	65.3	71.8	76.6	79.5	80.2	83.1	68.8
389	90	24.6	46	53.9	65.1	71.5	76	79.3	83.7	87.7	71.3
390	88.4	23.5	47	55.8	66.4	73.3	79.4	80.1	81.5	84.9	70.8
391	85.2	20.3	36	51.9	62.4	69.6	75.4	77.3	77	81.9	73.5

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
392	85.5	20.5	43	54.7	62.5	70.1	75.7	77.3	77.3	82.3	73.1
393	85.4	21.8	44	54.8	62.9	69.1	72.5	76.2	76.3	82.6	74.4
394	85.7	21.8	45	53.4	64.5	70	74.5	75.7	77.3	83.2	74.3
395	86	20.4	44	54.9	63.5	70.6	74.9	77.4	77.7	83.2	73.4
396	87.5	20.7	47	54.6	63.2	69.5	75.6	79.1	78.9	85.2	71.9
397	87.2	22.1	45	54.2	62.8	71.5	76.5	77.1	79.6	84.8	70.7
398	86.7	23.1	47	54.1	61.1	69.4	74.9	76.8	79	84.4	70.6
399	90.6	22.8	47	55.8	63.5	74.9	79.7	82	81.7	87.9	70
400	90.7	24.6	43	53.8	62.1	71.8	77.2	81.1	84	88	71.6
401	86.4	21	40	54.3	64.4	70.8	74.9	78.9	78.4	83.5	72.3
402	83.6	20.3	36	51.8	63.4	70.6	73.7	74.1	75.1	80.4	72.3
403	83.7	18.6	36	52.5	64.7	72.2	74.1	73.8	75	79.8	74.2
404	83.9	19.8	40	54.2	64.1	71.6	73.7	74.4	75.2	81	71.3
405	78.5	20.8	41	52.8	61.6	65.8	69.7	70.7	68.9	71.5	62.4
406	83	19.7	42	53.1	62.8	68.8	72.7	73.9	73.5	79.8	73.6
407	86.4	20.8	39	51	62.6	73.1	74.8	76.9	78.9	83.2	71.6
408											
409	85.5	21.5	45	54.8	66.3	73.4	76	76.6	77.4	82.2	70.7
410	89.3	25	47	52.4	65.1	76.4	78.7	78.9	79.3	87.3	68.2
411	84.3	21.9	40	52.3	63.2	70.3	71.9	74.3	75.9	82.1	71.6
412	85.9	22	39	52.6	62.8	71.1	76.5	77	77.9	82.9	71.4
413	84.4	20.2	40	52.7	63.3	72.4	73.9	76.6	75.7	80.4	74.6
414	84.1	20.1	38	53.4	63.2	70.4	74.6	75	75.7	80.8	72.9
415	68.7	19.2	38	51.2	56.6	61.4	63.3	62.1	58	56.5	53.4
416	89.9	20.7	43	52.7	65.5	70.9	75	78.1	83	88.1	72.2
417	84.1	19.2	40	52.5	63.2	72.6	75.1	75.4	75.3	79.8	72.8
418	84.9	20.2	42	56.5	63.7	74.6	76.3	76.3	76.2	80.8	71.5
419	84.2	22.1	43	54.8	62.6	71.9	72.7	72.9	75.6	81.4	72.4

NO	ALL	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
420	87.9	24	43	52.8	61.9	76.1	78.1	78.5	78.4	85.4	69.8
421	84.7	22.7	40	50.5	62.7	69.9	74.6	75.6	76.5	81.7	72.8
422	85.7	21.7	39	52.8	62.3	70	77.5	77.1	77.5	82.3	73
423	83.5	20	42	53.8	61.2	71.1	74	74.8	74.4	79.6	74.7
424	83.8	19.9	39	52.5	63.2	69.8	73.9	75.2	74.9	80.5	72.4
425	89.1	20.7	39	53.6	62.8	70.3	76	79.3	82.5	86.9	71.2
426	89.1	19.6	38	50.4	62.8	70.9	74.4	77.9	82.4	87.1	71.2
427	85.8	20	44	55.7	65.7	74.2	76.4	77.2	78.9	81.5	71
428	85	21.7	45	54	61.4	73.1	76.9	75.4	77.2	81.5	68.6
429	84.8	22.7	39	50.6	61.4	72.7	75.2	74.6	76.7	82	68.4
430	84	23.8	40	50.1	65.5	71.7	73.4	73.6	74.6	81.4	72.2

LAMPIRAN E – Grafik Nilai Tingkat Tekanan Bunyi Setelah Dilakukan Perancangan *Barrier* Dan *Enclosure*



Keterangan :

- | | |
|------------------------------|----------|
| A. <i>Barrier Break</i> | : 6 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 8,5 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |
| | |
| B. <i>Barrier Break</i> | : 6 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 4,5 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |
| | |
| C. <i>Barrier Break</i> | : 6 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 1,8 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |
| | |
| D. <i>Barrier Break</i> | : 12 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 8,5 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |
| | |
| E. <i>Barrier Break</i> | : 12 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 4,5 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |
| | |
| F. <i>Barrier Break</i> | : 12 m |
| <i>Barrier Position</i> | : 1,8 m |
| Jarak Sumber ke Tengah Jalan | : 17,2 m |
| Panjang <i>Barrier</i> | : 115 m |

- G. *Barrier Break* : 20 m
Barrier Position : 8,5 m
 Jarak Sumber ke Tengah Jalan : 17,2 m
 Panjang *Barrier* : 115 m
- H. *Barrier Break* : 20 m
Barrier Position : 4,5 m
 Jarak Sumber ke Tengah Jalan : 17,2 m
 Panjang *Barrier* : 115 m
- I. *Barrier Break* : 20 m
Barrier Position : 1,8 m
 Jarak Sumber ke Tengah Jalan : 17,2 m
 Panjang *Barrier* : 115 m

LAMPIRAN F – Nilai TTB Setiap 5 Detik Kebisingan Siang

Jam 09.07 WIB.		Jam 10.22 WIB.		Jam 13.06 WIB.		Jam 19.39 WIB.	
No	TTB	No	TTB	No	TTB	No	TTB
1	66.2	1	71.9	1	77.6	1	66.1
2	65.4	2	71.4	2	81	2	65.7
3	70	3	76.3	3	81.5	3	66.2
4	67.8	4	75.2	4	73.9	4	65.5
5	65.8	5	73.7	5	77.1	5	66.1
6	69.3	6	74.1	6	71	6	67.8
7	76.1	7	76.9	7	80	7	66.4
8	73.8	8	81	8	77.8	8	66
9	73.2	9	78.4	9	76.8	9	65.2
10	76	10	73.6	10	72	10	65.2
11	69.6	11	73	11	76.1	11	65.2
12	73.8	12	72.3	12	88.1	12	65.8

Jam 09.07 WIB.		Jam 10.22 WIB.		Jam 13.06 WIB.		Jam 19.39 WIB.	
No	TTB	No	TTB	No	TTB	No	TTB
13	68.7	13	74.5	13	78.4	13	71.5
14	73.8	14	75.8	14	70	14	67.2
15	68.5	15	72.2	15	78.1	15	66.5
16	74.7	16	71.6	16	75.2	16	67.4
17	75	17	73.9	17	73.9	17	69.7
18	69.7	18	77	18	74	18	72.1
19	67.2	19	77.4	19	74.3	19	66.7
20	66	20	77.6	20	76.3	20	66.9
21	66	21	74.4	21	78	21	65.7
22	67	22	81.7	22	74.2	22	65.6
23	67.7	23	75.3	23	73.1	23	65.8
24	69.8	24	72	24	74.4	24	66.7
25	70.8	25	76.7	25	73.8	25	72.6
26	73.1	26	72.2	26	74.9	26	67.3
27	77.4	27	71.8	27	79.7	27	65.3
28	68.5	28	70.8	28	88	28	65.5
29	71.9	29	70.9	29	96	29	65.1
30	67	30	71	30	88	30	65.1
31	67.1	31	70.8	31	83.7	31	70
32	67.6	32	70.8	32	76.9	32	66.3
33	70.2	33	72.1	33	76.8	33	65.3
34	67.7	34	71.3	34	71.9	34	65.1
35	66.8	35	73.3	35	79.5	35	65.3
36	66.2	36	80.7	36	74.3	36	65
37	69.2	37	73.6	37	78.6	37	64.7
38	67.7	38	71.4	38	74.9	38	65.1
39	69	39	70.8	39	71.3	39	65.1
40	69.4	40	71.4	40	75.2	40	65.3
41	66.7	41	73.2	41	73.9	41	65.5
42	67.1	42	74.1	42	72.3	42	65
43	69.6	43	78.6	43	74	43	65.1

Jam 09.07 WIB.		Jam 10.22 WIB.		Jam 13.06 WIB.		Jam 19.39 WIB.	
No	TTB	No	TTB	No	TTB	No	TTB
44	72.9	44	79.3	44	79.4	44	65.2
45	68.8	45	76.5	45	73.1	45	66.6
46	70.8	46	80.9	46	76.9	46	69.2
47	69.5	47	83.7	47	71.5	47	73.6
48	68.3	48	78.8	48	77.1	48	65.7
49	69.7	49	75.3	49	83.3	49	65.3
50	68	50	72.5	50	76.5	50	65.1
51	66.6	51	72.3	51	73.7	51	65
52	66.3	52	74.1	52	76	52	65.1
53	66.6	53	77.9	53	74.6	53	64.8
54	65.6	54	75.3	54	72.6	54	65
55	66.6	55	75.2	55	71.9	55	65
56	66.8	56	79.9	56	76.5	56	65
57	67.6	57	79.9	57	78.4	57	65.1
58	69.8	58	80	58	71.1	58	65.3
59	68.4	59	76.8	59	71.2	59	65.2
60	67.6	60	79.1	60	70.2	60	65.2
61	70.5	61	76	61	70.2	61	65.4
62	68.9	62	82.5	62	70.5	62	66.1
63	67.1	63	73.9	63	71	63	67.7
64	67.9	64	76.9	64	83.7	64	74.1
65	78.2	65	80.8	65	73.4	65	79.8
66	69	66	71.3	66	72.9	66	72.5
67	68.3	67	71.4	67	72.1	67	68.7
68	67.3	68	71.7	68	71.9	68	66.2
69	67	69	70.6	69	70	69	65.1
70	69.1	70	71.5	70	72.5	70	67.1
71	69.4	71	72.8	71	70	71	68.7
72	67.1	72	73.3	72	71.9	72	71.5
73	67.1	73	76.6	73	76.3	73	69.9
74	66.3	74	75.7	74	73.4	74	67.1

Jam 09.07 WIB.		Jam 10.22 WIB.		Jam 13.06 WIB.		Jam 19.39 WIB.	
No	TTB	No	TTB	No	TTB	No	TTB
75	66.3	75	71.9	75	70.8	75	68.5
76	68.1	76	72	76	71.9	76	75
77	66.7	77	73.2	77	73.7	77	70.3
78	66.6	78	75.7	78	70.9	78	66.6
79	66.4	79	80	79	74.9	79	66.3
80	68.1	80	74.7	80	72.9	80	69.4
81	74.5	81	79.9	81	74.1	81	71.6
82	67.1	82	86.6	82	81.3	82	66.1
83	68.3	83	82.4	83	76.2	83	66.3
84	72.9	84	79.7	84	70.7	84	68.3
85	67.5	85	79.1	85	72	85	74.6
86	67.2	86	74.5	86	70.7	86	73.9
87	70.9	87	72.4	87	72.4	87	68.6
88	65.8	88	70.8	88	76	88	69.9
89	67	89	71.5	89	76.4	89	71.1
90	66.9	90	75	90	72.3	90	67.4
91	67.4	91	69.9	91	81.4	91	68.3
92	66.8	92	70.5	92	72	92	70.8
93	67.4	93	70.9	93	71.7	93	66.6
94	67	94	70.4	94	75.6	94	67.5
95	66.4	95	74.6	95	71	95	71
96	68.1	96	70.3	96	70.9	96	70.5
97	71.1	97	71.4	97	70.9	97	75.9
98	73.1	98	70.7	98	71.2	98	80.5
99	71.4	99	72.4	99	73.5	99	87.9
100	67.7	100	70.6	100	74	100	76.6
101	66.4	101	73.2	101	73.7	101	74.2
102	66.1	102	72.9	102	77.4	102	70.4
103	67.8	103	76	103	87	103	67.9
104	67.9	104	83.7	104	77	104	66
105	67.3	105	73.9	105	74.6	105	65.8

09.07 WIB.		10.22 WIB.		13.06 WIB.		19.39 WIB.	
No	TTB	No	TTB	No	TTB	No	TTB
106	65.9	106	72.8	106	74.3	106	66
107	68.1	107	75.1	107	70.8	107	66.5
108	67.9	108	74.1	108	71	108	69
109	67.4	109	71.1	109	70.5	109	73.6
110	74.2	110	71.2	110	70.6	110	66.6
111	67.7	111	70.7	111	71	111	67.1
112	69	112	71.2	112	70.8	112	68.2
113	67.1	113	71.6	113	71.7	113	73.6
114	67.4	114	72.3	114	71.2	114	76.4
115	70.9	115	71.4	115	71.9	115	89.5
116	75	116	76.9	116	73.3	116	78.8
117	69.5	117	72.6	117	81.1	117	73.9
118	71.5	118	72.2	118	79.6	118	71.4
119	69.4	119	71.5	119	79.9	119	67.7
120	69	120	74.5	120	73.3	120	66.8
Leq	70	Leq	76.4	Leq	79.6	Leq	73.5

LAMPIRAN G – Nilai TTB Setiap 5 Detik Kebisingan Malam

Jam 22.04 WIB.		Jam 23.47 WIB.		Jam 6.05 WIB.	
No	TTB	No	TTB	No	TTB
1	66.9	1	64.4	1	46.6
2	64.9	2	64.4	2	49.4
3	65.8	3	65.7	3	47.4
4	64.9	4	71.3	4	49
5	64.4	5	71.2	5	49.8
6	65.8	6	77.1	6	50.3
7	69.6	7	74.6	7	51.3
8	75.9	8	69.6	8	51.9
9	68.8	9	73.1	9	53.4
10	66.2	10	75.3	10	54.9
11	64.4	11	71	11	56
12	64.2	12	66.1	12	55.2

Jam 22.04 WIB.		Jam 23.47 WIB.		Jam 6.05 WIB.	
No	TTB	No	TTB	No	TTB
13	69.6	13	63.9	13	54.2
14	64.6	14	63.5	14	52.2
15	63.6	15	63	15	52.2
16	63.5	16	63.2	16	50.3
17	63.4	17	63.1	17	51
18	64.1	18	63.9	18	48.3
19	66.2	19	62.4	19	48.8
20	72	20	62.3	20	49
21	79.5	21	62.3	21	47.5
22	71.3	22	61.8	22	47.2
23	69.7	23	62.2	23	47.9
24	68	24	61.9	24	47.6
25	63.5	25	62.1	25	48.1
26	65.1	26	62.2	26	49.8
27	63.2	27	61.9	27	52.3
28	62.9	28	62.4	28	48.4
29	65.1	29	62.6	29	46.6
30	64.5	30	63.6	30	48.1
31	64.5	31	67.5	31	46.5
32	63.7	32	74.8	32	46.3
33	71.1	33	65.5	33	47
34	75.3	34	68.6	34	46
35	66.2	35	65.9	35	46.6
36	66.3	36	63.8	36	46.9
37	69.6	37	62.8	37	47.9
38	68.1	38	62.3	38	53.2
39	64.8	39	62.9	39	51.8
40	64.6	40	62.8	40	47.7
41	68.9	41	63	41	53.6
42	64.7	42	62.8	42	52.4
43	63.6	43	62.5	43	52.9

Jam 22.04 WIB.		Jam 23.47 WIB.		Jam 6.05 WIB.	
No	TTB	No	TTB	No	TTB
44	65	44	63.1	44	52.4
45	64.1	45	63	45	50.3
46	63.4	46	62.9	46	50.1
47	67.5	47	62.8	47	50.7
48	68.2	48	62.5	48	52.1
49	70.2	49	62.9	49	52.5
50	63.6	50	63	50	46.4
51	65.6	51	62.6	51	49.3
52	65.9	52	63	52	51
53	66.3	53	63.2	53	47.5
54	70.5	54	63.4	54	48
55	76.5	55	63	55	48.3
56	81.6	56	63.1	56	49.6
57	85.3	57	63.4	57	51.5
58	75.9	58	62.9	58	47.1
59	69.8	59	63	59	50.5
60	71	60	62.9	60	50.5
61	71.2	61	62.5	61	47.1
62	71	62	64.2	62	46.1
63	67.2	63	69.1	63	46.8
64	67.5	64	71.7	64	48.9
65	65.2	65	77.8	65	47.3
66	64.4	66	70.2	66	47.2
67	64.1	67	70.3	67	51.2
68	66	68	64.5	68	48.3
69	64.5	69	65.7	69	48
70	64.2	70	66	70	46
71	64.2	71	66.2	71	48.1
72	63.7	72	64.4	72	46.7
73	63.9	73	64.1	73	45.4
74	64	74	64.2	74	44.1

Jam 22.04 WIB.		Jam 23.47 WIB.		Jam 6.05 WIB.	
No	TTB	No	TTB	No	TTB
75	64.1	75	63.2	75	46.5
76	64.3	76	63.6	76	45.5
77	64	77	63.5	77	47.5
78	64.3	78	63.9	78	49.2
79	64	79	64.1	79	47.6
80	63.6	80	65	80	47.3
81	64.6	81	63.3	81	49.8
82	63.8	82	63.7	82	54
83	63.3	83	62.8	83	51.6
84	63.3	84	63.3	84	57.6
85	63.3	85	62.8	85	56.8
86	63.5	86	62.5	86	59.5
87	64	87	62.5	87	61.1
88	63.9	88	62.3	88	60.1
89	63.6	89	62.5	89	57.7
90	64.8	90	62.5	90	56.7
91	64.6	91	62.3	91	55.9
92	65.4	92	63.1	92	53.7
93	65	93	62.5	93	53.6
94	65	94	62.4	94	50.5
95	64.4	95	62.6	95	50.5
96	64.2	96	62.6	96	49
97	64.2	97	62.5	97	51
98	63.9	98	62.4	98	47
99	64.1	99	62.5	99	47.1
100	64.2	100	62.4	100	50.8
101	64.6	101	63	101	46.8
102	64.5	102	63.1	102	47.9
103	64.4	103	62.9	103	52.4
104	64.2	104	63.1	104	46.8
105	63.9	105	63.1	105	46.9

Jam 22.04 WIB.		Jam 23.47 WIB.		Jam 6.05 WIB.	
No	TTB	No	TTB	No	TTB
106	64.6	106	62.7	106	48.4
107	64.8	107	62.2	107	53.9
108	64.1	108	62.4	108	47.4
109	64	109	62.2	109	48.2
110	63.3	110	62.7	110	53.3
111	63.6	111	62.3	111	47.9
112	63.6	112	62.4	112	47.5
113	63.7	113	62.3	113	47.9
114	63.5	114	63	114	46.8
115	63.7	115	62.8	115	50.6
116	63.3	116	62.8	116	47.7
117	63.2	117	63.3	117	47.2
118	63.8	118	63.7	118	48.1
119	63.4	119	66.2	119	47.5
120	63.9	120	65.8	120	47
Leq	69.9	Leq	66.6	Leq	51.5

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pemetaan kebisingan dan perhitungan untuk mereduksi kebisingan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

- a. Perancangan *barrier* pada area *exhaust fan* mampu mereduksi kebisingan yang masuk ke pemukiman hingga 11,5 dBA. Namun atenuasi *barrier* tersebut belum memenuhi standar NAB yang ditetapkan oleh SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP-48/MENLH/11/1996 karena kebisingan yang masuk ke pemukiman masih di atas 55 dBA yaitu sebesar 64,7 dBA.
- b. Kombinasi dari perancangan *barrier* pada area *exhaust fan* dengan *enclosure* pada ruang *stamping* menghasilkan atenuasi kebisingan yang memenuhi standar kebisingan yang telah ditetapkan oleh SK Menteri Lingkungan Hidup RI No. : KEP-48/MENLH/11/1996 maupun Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: KEP-51/MEN/1999. Kebisingan yang terpapar ke karyawan yang bekerja di pabrik tersebut menjadi 73,9 dBA sedangkan kebisingan yang masuk ke pemukiman berada di bawah 55 dBA.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan adalah sebagai berikut.

- a. Memasang peredam pada matras ataupun memasang isolasi vibrasi pada mesin *stamping*.
- b. Mengganti mesin-mesin *stamping* yang memaparkan kebisingan di atas 85 dBA dengan mesin-mesin *stamping* yang telah terpasang peredam kebisingan sehingga sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: KEP-51/MEN/1999.

“Halaman ini memang dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Doelle, L Leslie. 1985. “Akustik Lingkungan”. Erlangga.
- [2]. Ayuningtyas, Dyah. 2010. “Pengendalian Bising Lalu Lintas di Sekolah Menengah Studi Kasus : SMPN 115 Jakarta dan SMAN 37 Jakarta”. Jakarta : Universitas Indonesia.
- [3]. Faradilla, Novantri. 2009. ”Pengendalian Kebisingan Pada Industri Pencuci Pasir di PT. Maharadia Prakarsa Rembang-Jawa Tengah”. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [4]. Arief, Latar Muhamad. 2011. “Manajemen Pengendalian Bising”. Jakarta : Universitas Esa Unggul.
- [5]. Sembiring, Firmanta Meitana. 2010. “Perancangan *Enclosure* Pada *Blower* C 2423 Dan *Blower* MC 2423 Di Lantai Dua Pabrik Asam Fosfat Studi Kasus : PT. Petrokimia Gresik”. Surabaya : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [6]. Astiyani, Novi Prih. 2011. “Identifikasi Mesin produksi Yang Berpotensi Menyebabkan Kebisingan Serta Gangguan Yang Dirasakan Karyawan Unit Produksi Mie Instant PT. Tiga Pilar Sejahtera Food TBK Sragen”. Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- [7]. Cholidah. 2006. “Perbedaan Ambang Pendengaran Tenaga Kerja Setelah Terpapar Kebisingan Dan sesudah Bekerja Pada Lingkungan Bising Departemen *Ring Frame* Unit *Spinning* I PT. Apac Inti Corpora Bawen”. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- [8]. Miristha, Miranthy. 2009. “Gambaran Dosis Paparan Bising Disertai Keluhan Pendengaran Pada Operator Alat Berat Di PT. Bukit Makmur Mandiri Utama, *Job Site* Gunung Bayan Pratama *Coal* (GBPC), Muara Tae, Kalimantan Timur”. Jakarta : Universitas Indonesia.
- [9]. Dwilestari, Ratih. 2011. “Pengendalian Tingkat Kebisingan Di Cabin ABK (Anak Buah Kapal) KN.P 329 Akibat Mesin”. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- [10]. Kurniawan, Dwi Elly. 2011. “Pengendalian Kebisingan Pada *Plant Hydrogen* Di PT. Samator Driyorejo-Gresik”. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [11]. Mayangsari, Ajeng Putri. 2012. “Perancangan *Barrier* Untuk Menurunkan Tingkat Kebisingan Pada Jalur Rel Kereta Api Di Jalan Ambengan Surabaya Dengan Menggunakan Metode *Nomograph*”. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [12]. “Materi Kuliah Pengendalian Bising Industri” Jurusan Teknik Fisika ITS Surabaya.

RIWAYAT PENULIS

Penulis bernama lengkap Dinu Saadillah lahir pada tanggal 10 Juni 1994 di Blitar adalah anak kedua dari pasangan Hadi Ma'ruf, S.Pd.I dan Suci Hidayat, S.Pd.I. Pendidikan semasa kecil lebih banyak dihabiskan di Blitar mulai menempuh pendidikan di MI Roudlotut Tholibin Blitar (2000-2006), MTsN 1 Blitar (2006-2009), SMAN 1 Blitar (2009-2012). Setelah tamat SMA penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2012 dan mengambil Jurusan Teknik Fisika karena kegemarannya pada bidang Fisika terutama pada aplikasi-aplikasi teknologi di bidang Fisika. Di jurusan Teknik Fisika penulis memilih Bidang Studi Rekayasa Akustik dan Fisika Bangunan yaitu segala sesuatu yang berhubungan dengan bunyi maupun aplikasi – aplikasi yang berkaitan dengan bunyi. Penulis mengisi waktu diluar jam kuliah dengan memberikan pengajaran gratis kepada anak-anak pendidikan dasar maupun memberikan pengajaran privat. Penulis memiliki hobi *traveling*, bersepeda, dan berenang.

Email : dinusaadillah01@gmail.com